

MESTRADO
**ECONOMIA E GESTÃO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO**

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

ANÁLISE GLOBAL DE PATENTEAMENTO DE
UNIVERSIDADES: TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS E
QUALIDADE DAS PATENTES

VANESSA ALEXANDRA MORGADO FATAL

OUTUBRO-2019



MESTRADO EM **ECONOMIA E GESTÃO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA** **E INOVAÇÃO**

TRABALHO FINAL DE MESTRADO **DISSERTAÇÃO**

ANÁLISE GLOBAL DE PATENTEAMENTO DE
UNIVERSIDADES: TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS E
QUALIDADE DAS PATENTES

VANESSA ALEXANDRA MORGADO FATAL

ORIENTAÇÃO:

PROFESSOR DOUTOR MANUEL MIRA GODINHO

OUTUBRO – 2019

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de agradecer a todos os que contribuíram para que a realização deste trabalho fosse possível.

Ao Professor Manuel Mira Godinho, meu orientador, um agradecimento especial, por toda a sua disponibilidade, apoio e contributos fundamentais.

À Professora Cristina Quintella pelas suas sugestões e comentários.

Aos professores do ISEG pelos seus ensinamentos durante todo o mestrado.

Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial pela autorização que me deu para utilizar os seus programas para extração dos dados necessários à realização deste trabalho e pela dispensa que me atribuiu para a realização do mesmo.

À minha família e amigos, principalmente ao David Martinho, que sempre me apoiaram.

A todos, os meus profundos agradecimentos.

RESUMO

As universidades têm tido um papel cada vez mais ativo na atividade de patenteamento mundial. Como tal, foi feito um estudo exploratório com o objetivo de caracterizar as tendências tecnológicas resultantes da atividade de patenteamento universitário e analisar como estas se relacionam com as tendências globais.

Assim, analisou-se a evolução dos pedidos de patente solicitados por universidades no Instituto Europeu de Patentes (EPO) e no Instituto de Marcas e Patentes dos EUA (USPTO), que representam dois dos cinco institutos de patentes mais importantes a nível mundial, pedidos esses publicados entre 2010 e 2018. Foram selecionadas, para este estudo, 95 universidades posicionadas nos lugares mais cimeiros do *Academic Ranking of World Universities* (ARWU).

A subclasse IPC (*International Patent Classification*) mais vezes atribuída, tanto aos pedidos EP como US universitários, foi a A61K que pertence à classe “Ciência médica ou veterinária; higiene”. Comparou-se também os campos tecnológicos patenteados pelas universidades e os campos tecnológicos resultantes do patenteamento global no EPO, parecendo existir uma certa correspondência.

Foi ainda analisada a qualidade dos pedidos EP publicados entre 2004 e 2015, nas subclasses A61K e G01N de quatro universidades, a *Johns Hopkins University* (EUA), a Universidade de Heidelberg (DE), a *Peking University* (CN) e a *Kyoto University* (JP), utilizando, para tal, três indicadores, nomeadamente o número de citações recebidas por uma patente, o número de famílias de patentes e a taxa de concessão. A Universidade Japonesa destacou-se como sendo a universidade cujos pedidos EP apresentaram maior qualidade global, expressa por um indicador de síntese, em ambas as subclasses.

ABSTRACT

Universities have been playing an increasingly active role in worldwide patenting. Thus, an exploratory study was carried out to characterize the technological trends resulting from university patenting and analyse how these trends relate to global technological trends

Therefore, the evolution of patent applications filed by universities at the European Patent Office (EPO) and at the United States Patent and Trademark Office (USPTO), which represent two of the five most important patent offices in the world, published between 2010 and 2018, was analysed. For this study, 95 universities ranked highest in the Academic Ranking of World Universities (ARWU), were selected

The IPC subclass most often given to both EP and US applications was the A61K, which belongs to the “Medical or veterinary science; hygiene” class. A comparison was also made between the technological fields patented by universities and the fields resulting from global patenting at the EPO, and there seems to be some correspondence.

The quality of EP applications published between 2004 and 2015, in subclasses A61K and G01N of four universities (Johns Hopkins University (US), Heidelberg University (DE), Peking University (CN) and Kyoto University (JP)), was also analyzed. Three indicators were used, such as the number of citations received by a patent, the number of patent families and the grant rate. The Japanese university stood out as the university whose EP applications had the highest overall quality, expressed by a synthesis indicator, in both subclasses.

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Patentes e suas Estatísticas.....	2
2.2 Patenteamento nas Universidades	5
2.3 Qualidade de Patentes.....	13
3. METODOLOGIA	15
4. ANÁLISE DE RESULTADOS	20
4.1 Como tem sido a evolução do patenteamento universitário, nos últimos anos?	20
4.2 Quais as tendências tecnológicas resultantes da atividade de patenteamento das universidades e quais os sectores tecnológicos que mais cresceram?	23
4.3 Qual a importância tecnológica, abrangência e qualidade global dos pedidos de patente universitários efetuados no EPO nas subclasses A61K e G01N?	28
5. CONCLUSÕES.....	33
6. BIBLIOGRAFIA	37
Anexos	44

1. INTRODUÇÃO

O sector de produção de conhecimento é considerado, atualmente, essencial para o desenvolvimento económico, sendo que as universidades são uma das maiores fontes de conhecimento que existe (Mowery & Sampat, 2004). Aliado a isto, as mudanças que as universidades têm sofrido no seu papel, preocupando-se cada vez mais com a comercialização das suas invenções através dos seus gabinetes de transferência de tecnologia (TTOs); as diferentes colaborações que têm estabelecido com outras instituições/empresas e o crescimento da biotecnologia que é uma área com bastante propensão a patentear, têm contribuído para o aumento dos pedidos de patente provenientes de universidades. Dados da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI, em inglês WIPO), mostram que tem havido um aumento do número de pedidos de patente internacionais (PCT), requeridos por universidades, apresentando estes uma taxa média de crescimento anual (TMCA), entre 2013 e 2018, de 5,47%, sendo essa taxa superior à TMCA dos pedidos PCT totais, que foi de 4,27% (WIPO, 2014, 2019).

Assim, em primeiro lugar, este trabalho de carácter descritivo e exploratório consiste numa caracterização das tendências tecnológicas resultantes da atividade de patenteamento universitário no Instituto Europeu de Patentes (EPO) e no Instituto de Marcas e Patentes dos Estados Unidos da América (USPTO), que são dois dos institutos que fazem parte do grupo dos “IP5 offices”¹. Neste ponto analisou-se não só a evolução do patenteamento universitário, relativamente a pedidos de patente Europeus (doravante, pedidos EP) e a pedidos de patente dos EUA (doravante, pedidos US) publicados entre 2010 e 2018, o que corresponde a pedidos apresentados 18 meses antes, mas, principalmente, as áreas tecnológicas mais dinâmicas e com mais peso nessa atividade (tendências tecnológicas), e de que forma essas tendências tecnológicas se relacionam com as tendências tecnológicas globais. Por último, e mais uma vez com carácter exploratório, avaliou-se a qualidade dos pedidos EP, publicados entre 2004 e 2015, nas subclasses IPC A61K e G01N de quatro universidades, *The Johns Hopkins University* (dos EUA), Universidade de *Heidelberg* (Europeia), *Peking University* (Chinesa) e *Kyoto University* (Japonesa). Foram utilizados três indicadores para analisar a qualidade destes pedidos de patente. O primeiro, que está relacionado com a

¹ “IP5 offices”: este consórcio é constituído pelo *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), o *European Patent Office* (EPO), o *Japan Patent Office* (JPO), o *Korean Intellectual Property Office* (KIPO) e o *State Intellectual Property Office of the People’s Republic of China* (SIPO).

notoriedade da patente, refere-se ao número de citações *foward* nos anos em estudo. O segundo, que se encontra relacionado com a cobertura geográfica da invenção, é dado pelo número de famílias de patentes e o último indicador utilizado, é a taxa de concessão que é dada pelo quociente entre o número de patentes concedidas e o número total de pedidos de patente. Para comparar a qualidade global dos pedidos EP das quatro universidades foi criado um indicador de síntese.

Com este estudo conseguiu-se investigar, não só, a atividade de patenteamento universitário, mas também, compreender quais as áreas tecnológicas mais ativas em termos desse patenteamento e quais os seus principais *players*, ou seja quem mais investe nessas áreas tecnológicas. Conseguiu-se também comparar os campos tecnológicos do patenteamento universitário com os campos tecnológicos resultantes do patenteamento global e deste modo perceber as suas semelhanças e diferenças. Por fim, foi também possível perceber a qualidade dessa atividade de patenteamento por parte das universidades.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Patentes e suas Estatísticas

Uma patente é um direito de propriedade industrial, mais especificamente um direito de incidência tecnológica, que é válido num determinado território (ou seja, é necessário seleccionar os territórios em que se pretende proteção) e para um determinado período de tempo, máximo 20 anos. Este direito quando atribuído confere ao seu titular o direito de impedir terceiros de utilizar a sua invenção sem a sua autorização, nos territórios onde obteve proteção, mas em contrapartida o titular tem de divulgar a invenção.

Segundo o Código da Propriedade Industrial (CPI) de 2018 podem ser protegidas por patentes, invenções (soluções novas para problemas técnicos), ou seja produtos, processos ou usos em todas as áreas tecnológicas, desde que cumpram os requisitos de patenteabilidade.

Uma patente em Portugal pode ser solicitada por três vias, que são: a via nacional que é da responsabilidade do instituto de patentes de cada país e que depende das suas legislações, a via europeia, da qual fazem parte 38 estados membros mais duas extensões², que é da responsabilidade do EPO e que se rege pela Convenção de Munique sobre a Patente Europeia; e a via PCT, da qual fazem parte 152 estados

² [http://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/8C003885190F73D2C1257EEE002E4EBB/\\$File/EPO-coverage_of_european_patents_map_as_of_1.3.2019_en.png](http://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/8C003885190F73D2C1257EEE002E4EBB/$File/EPO-coverage_of_european_patents_map_as_of_1.3.2019_en.png)

membros³, e que é administrada pela WIPO segundo o Tratado de Cooperação de Patentes.

Todos os pedidos de patente são classificados, de acordo com uma determinada classificação, com o objetivo de agrupar as patentes por áreas técnicas e desta forma facilitar as pesquisas ao estado da técnica. A classificação utilizada pela maioria dos institutos de patentes é a Classificação Internacional de Patentes (IPC) que surgiu através do acordo de Estrasburgo, em 1971, e que está dividida em oito secções que são: A- necessidades humanas, B- transportes e operações, C- química e metalurgia, D- têxteis e papel, E- construções, F- engenharia mecânica, iluminação, aquecimento, armas, G- física e H- eletricidade. Cada uma dessas secções é decomposta em diferentes níveis que são classes, subclasses, grupos e subgrupos. Uma vez que esta classificação permite aceder, de forma simples e rápida, à área técnica de uma invenção passou a ser utilizada, não só como ferramenta de pesquisa de patentes, mas também como suporte das estatísticas baseadas em patentes (Lages, 2016).

As estatísticas relacionadas com patentes têm sido utilizadas como indicadores de inovação (indicadores de output) (Godinho, 2007). Existindo vários autores a mostrar as vantagens da utilização das mesmas, nomeadamente Marzal & Tortajada-Esparza (2007) que defendem que a análise das patentes permite, através da sua informação bibliográfica, conhecer a dispersão geográfica de determinada invenção. Também no Manual de estatísticas de patentes, da OCDE (2009), é referido que os documentos de patentes possuem informação que em termos estatísticos é relevante para analisar inovação. Por outro lado, também existem alguns autores que referem que existem limitações em utilizar este tipo de indicadores. Por exemplo, Godinho (2007) enumera três principais críticas associadas às patentes enquanto indicador de inovação, que têm sido feitas, e que são: as patentes só mostram que existem invenções mas não dão qualquer indicação sobre o valor económico das mesmas; a comparação entre séries de patentes em diferentes países é difícil porque existem legislações diferentes; e que o objetivo real dos pedidos de patente não tem sido, muitas vezes, a proteção de invenções. Na mesma linha, Pavitt (1988) também refere como limitação o facto da

³ http://www.wipo.int/export/sites/www/pct/en/list_states.pdf

concessão de pedidos não ser igual em todos os países. Para além destas limitações, Levin et al (1987) ainda destacam que a proteção de conhecimento novo pode ser feito por outro meio que não as patentes. Principalmente, no caso das universidades, existem outros canais para transferir as invenções académicas para a sociedade, nomeadamente através de contratos com a indústria, *spin-offs* universitárias, colocação no domínio público, ou outros direitos de propriedade intelectual (Cervantes, 2004; Fisch et al, 2015).

Contudo, apesar das críticas, estas estatísticas podem ser utilizadas para a realização de análises competitivas porque estas permitem recolher informações sobre aspetos relacionados com estádios mais a montante da inovação, nomeadamente acompanhar as evoluções de uma determinada tecnologia ou o desempenho tecnológico e capacidade competitiva de determinada empresa ou universidade, identificar áreas com muita atividade de patenteamento e outras que podem ser intensificadas e identificar e monitorizar tendências tecnológicas futuras de uma determinada área, e com isto definir estratégias tecnológicas (Abbas et al, 2014; Chang et al, 2012; Daim et al, 2006; Tseng et al, 2011). E isto é, cada vez mais, possível devido ao facto de existirem bases de dados mais sofisticadas e completas em termos de informação e também mais acessíveis (Tseng et al, 2011).

No trabalho de Tseng et al (2011) é também referido que alguns autores classificam os indicadores de patentes segundo três fases de acordo com o seu objetivo, que são: os motivos para patentear; a estratégia tecnológica, onde estão incluídos os indicadores básicos (por exemplo: número de patentes e percentagem de crescimento das patentes numa dada área), os indicadores relacionados com citações e os associados à ciência; e o valor gerado, que inclui o tamanho da família de patentes, a idade da patente, número de reivindicações independentes e citações.

Relativamente ao papel desempenhado pelas patentes, Nelson & Mazzoleni (1996) consideram que as patentes desempenham papéis diferentes consoante a tecnologia ou o sector, e identificam quatro teorias que justificam a sua existência e que são: teoria da indução da invenção que relaciona patentes com a motivação para desenvolver invenções úteis; teoria da divulgação em que as patentes são vistas como um facilitador de conhecimento sobre as invenções; teoria da comercialização e desenvolvimento que refere que o investimento necessário para comercializar e desenvolver uma invenção é recuperado através de patentes; e teoria do desenvolvimento prospetivo (definida por

Kitch, 1977), em que as patentes permitem uma exploração ordenada de perspectivas tecnológicas amplas.

Segundo Arrow (1962), as patentes, tradicionalmente, são utilizadas para resolver falhas de mercado, ao incentivar as empresas em investir em I&D. Contudo, no caso das universidades, que são entidades que não fabricam produtos, a justificação é diferente, ou seja a sua lógica enquadra-se na teoria da comercialização (Lemley, 2007).

2.2 Patenteamento nas Universidades

Nos dias de hoje, uma das peças fundamentais do sistema nacional de inovação de um país, que é o articulado de instituições e de atores, que influencia a capacidade da inovação do mesmo e, conseqüentemente, o seu crescimento económico, são as universidades (Fisch et al, 2014; Fisch et al, 2015; Mowery & Sampat, 2004). A capacidade de inovação de um país é determinada pelo grau de interação entre os diferentes atores (estado, universidades e empresas) e pelo ambiente que os rodeia, sendo que esse grau de interação varia de país para país (Freeman, 1987).

Para além disso, tal como referiram Mowery & Sampat (2004), as universidades são, sem dúvida, uma das maiores fontes de conhecimento fundamental que existe. Assim, numa economia baseada em conhecimento é necessário investir em ciência e fortalecer as ligações entre universidades e empresas para explorar as suas competências (Dundas, 2012). Também Wang & Guan (2010) destacam o papel fulcral da interação universidade - indústria numa economia baseada em conhecimento.

Segundo Nelson (2005), uma vez que atualmente, o foco da investigação científica é a produção de conhecimento numa determinada área, a ciência, que é para muitos autores vista como um sistema de conhecimento, principalmente a ciência aplicada e as engenharias, é considerada como um meio facilitador do avanço tecnológico. Para além disto, também é referido pelo mesmo autor que a maioria da ciência encontra-se no quadrante de Pasteur, que é o quadrante relacionado com a pesquisa básica inspirada pelo uso (onde há preocupação tanto com o conhecimento como com a aplicação prática) (Stokes, 1997).

Também tanto Godinho & Caraça (1988) como Czarnitzki et al (2009) consideram que os conceitos de ciência e tecnologia estão cada vez mais interrelacionados, existindo

uma complementaridade entre ambos, e desta forma é possível utilizar a ciência em termos económicos.

Por estes motivos têm sido criadas, ao longo do tempo, várias iniciativas, nomeadamente a criação junto das universidades de centros de tecnologia ou de excelência, apoio a incubadoras de negócios e fundos de “capital semente” (Mowery & Sampat, 2004), por parte dos países, para fortalecer a relação universidade-indústria, e desta forma converter esse conhecimento em inovação industrial (Baldini, 2009; Zuniga, 2011).

Contudo, uma das primeiras e principais iniciativas neste âmbito foi a introdução da lei de Bayh-Dole em 1980, nos EUA, que contribuiu tanto para o estabelecimento como para o crescimento de programas de patenteamento e de licenciamento nas universidades e para a entrada de novas universidades, tanto públicas como privadas, na atividade de patenteamento, ao permitir que as universidades ficassem com os direitos de patentes relativos a investigações académicas financiadas pelo governo (Mowery & Sampat, 2004; Mowery & Ziedonis, 2002; Ryan & Frye, 2018; Sampat et al, 2003; Thursby et al, 2009). Apesar de não existir consenso na literatura se esta iniciativa levou, realmente, a um grande aumento no patenteamento universitário nos EUA, Mowery & Ziedonis (2002) e Mowery & Sampat (2004) consideram que foi modesto, é indiscutível que a mesma permitiu diminuir a incerteza relativa à exploração dos resultados de investigação académica financiada pelo estado, já que, antes da introdução desta lei era necessário negociar com agências para se obterem acordos de patentes institucionais (Mowery & Sampat, 2004; Sampat et al, 2003). Esta diminuição da incerteza contribuiu, assim, para o aumento de atividades desenvolvidas por parte das universidades, para comercializarem os resultados da sua investigação (Baldini, 2009).

Assim, esta lei que vários autores consideraram decisiva nos EUA, contribuiu não só para a competitividade económica dos EUA mas também influenciou outros países a adotarem iniciativas idênticas (Sampat et al, 2003).

Contudo, esta iniciativa não foi o único fator que afetou o patenteamento universitário, principalmente dos EUA. Entre 1970-1980, antes da implementação da lei de Bayh-Dole, as patentes começaram a ser vistas como um meio para incentivar tanto as invenções como a inovação (Nelson, 2005). Para além disso, tanto o crescimento que se deu, a meio de 1970, na área biomédica com foco na biotecnologia, como, a decisão

judicial no caso *Diamond versus Chakrabarty* que permitiu o patenteamento de organismos e técnicas de biotecnologia, contribuíram para o patenteamento pelas universidades (Mowery & Sampat, 2004; Mowery & Ziedonis, 2002). Também as alterações para aumentar a autonomia das universidades e a competição interinstitucional têm sido citadas na literatura como fatores que têm estimulado o patenteamento universitário (Mowery & Sampat, 2004).

Na Europa, também, têm sido tomadas medidas para incentivar o patenteamento universitário, não só ao nível de reformulações de leis relacionadas com a concessão de direitos de PI a universidades, como foi o caso da Áustria, Dinamarca, Alemanha e Noruega, mas também ao nível da definição de objetivos e de programas de financiamento pela Comissão Europeia para que seja estabelecida uma relação mais forte entre universidade e indústria, na tentativa de resolução do paradoxo Europeu⁴ (Baldini, 2009; Conti & Gaulé, 2009). Porém, a própria Comissão Europeia reconheceu que, nalguns casos, não se conseguem obter ganhos, quer económicos quer sociais, disponibilizando ao público os resultados de investigações financiados pelo estado (OECD, 2003, citada em Baldini, 2009).

Relativamente a países da Ásia, o Ministério da Educação Chinês implementou uma lei de patentes semelhante à lei de Bayh-Dole, conferindo às universidades a titularidade das patentes relativas a investigação feita nas mesmas (Wang & Guan, 2010). Para além disso têm sido atribuídos subsídios, tanto, para promover uma investigação de excelência nas universidades, como, para reduzir os custos de patenteamento (Fisch et al, 2014). Estes fatores têm contribuído para a intensificação do patenteamento universitário, sendo que em 2011, seis universidades Chinesas pertenciam ao Top 10 dos requerentes de pedidos Chineses (Fisch et al, 2014). Também no Japão, que continua a ser um dos principais requerentes mundiais, a comercialização da investigação académica tem sido incentivada pelos decisores políticos que começaram a considerar as universidades, não só uma fonte de inovação mas também as impulsionadoras do crescimento económico (Walsh & Huang, 2014). Assim, foram tomadas várias medidas que levaram à revisão das suas políticas de ciência e tecnologia, nomeadamente a lei de transferência de tecnologia, em 1998, que permitiu a criação de

⁴ Em termos de investigação académica a UE tem um desempenho superior ao dos EUA, mas não em termos de aplicação tecnológica (Conti & Gaulé, 2009).

institutos de transferência de tecnologia nas universidades e a implementação do Bayh-Dole Japonês (Walsh & Huang, 2014).

Todas estas iniciativas referidas anteriormente, juntamente com as diferentes parcerias estabelecidas, pressões de financiamentos e cultura da universidade, têm contribuído para a mudança, que se tem verificado nos últimos tempos, na missão das universidades para que estas tenham um papel mais ativo e central na inovação e no desenvolvimento económico (Dundas, 2012; Fisch et al, 2015; Jain et al, 2009; Wang & Guan, 2010). Enquanto que no passado, esse papel consistia sobretudo em educar, formar e realizar investigação básica, atualmente, as universidades têm explorado a sua “terceira missão”, que se reflete em atividades de transferência de tecnologia das universidades para a indústria (Etzkowitz, 2002 citado em Arqué- Castells et al, 2016; Fisch et al, 2015; Wang & Guan, 2010). Esse foco nas atividades de transferência de tecnologia tem levado à implementação de um modelo de licenciamento ou modelo de inovação em que os direitos de propriedade intelectual desempenham um papel central, substituindo, desta forma, o modelo de “inovação aberta” em que o conhecimento era visto como um bem público (Dundas, 2012; Nelson, 2005). Este facto tem sido alvo de preocupação, nomeadamente sobre o rumo da investigação universitária (básica ou aplicada), como referiram Czarnitzki et al (2009) e Wang & Guan (2010). Apesar destas preocupações, o estudo de Czarnitzki et al (2009) demonstrou que existe uma correlação positiva entre patenteamento e publicações académicas.

Assim, com a intensificação desta “terceira missão” as universidades tornaram-se mais propensas não só a patentear as suas invenções mas também a comercializá-las (Czarnitzki et al, 2009; Fisch et al, 2015), e vários estudos têm demonstrado a sua capacidade para impulsionar a criação de novas atividades industriais, nomeadamente na área da nanotecnologia e biotecnologia (Dundas, 2012).

As políticas de PI universitárias, na maioria dos países Europeus, concedem à universidade, e não aos inventores, a titularidade da patente (Arqué - Castells et al, 2016). Contudo continuam a existir diferenças entre os vários países, o que torna a Europa um caso diferente dos EUA (Conti & Gaulé, 2009). Enquanto que, a Alemanha, a Noruega, a Dinamarca e a Finlândia abandonaram o “*professor’s privilege*” nos últimos anos, alguns países, como a Itália e a Suécia continuam a ter na sua legislação o “*professor’s privilege*” (Czarnitzki et al, 2009; Geuna & Rossi, 2011). Esta legislação

confere aos investigadores a titularidade da patente em vez de à universidade, sendo estes os responsáveis pela comercialização das suas invenções (Czarnitzki et al, 2009). Relativamente ao Reino Unido (UK), a informação presente na literatura não é concordante, enquanto que Geuna & Rossi (2011) referem que o UK foi um dos primeiros países da Europa a ter legislação que conferia às universidades as patentes resultantes de investigação feita nas mesmas, outros autores referem que não existe uma lei geral relativa ao direito à patente (universidade *versus* investigador), dependendo este direito das regras de cada universidade (Czarnitzki et al, 2009). Assim, tal como referiu Lissoni (2012), apesar da contribuição dos investigadores Europeus para o patenteamento não ser recente, o facto é que muitos dos pedidos de patente não eram efetuados em nome da universidade, mas sim, em nome do próprio investigador ou de instituições de investigação pública (Lissoni, 2012), o que pode ser um problema quando se pretende comparar o desempenho em matéria de patentes das universidades Europeias com as dos EUA.

Nos EUA e na maioria dos países Europeus, apesar dos direitos de patentes pertencerem às universidades, os *royalties* obtidos são partilhados entre a universidade e os inventores de acordo com o regulamento de PI de cada universidade (Arqué - Castells et al, 2016; Ryan & Frye, 2018). O pressuposto, nem sempre verificado, é que quanto maior a percentagem de *royalties* atribuída aos investigadores maior o incentivo para que os mesmos invistam sobretudo em investigação aplicada, suscetível de *royalties*, em vez de investigação fundamental (Arqué - Castells et al, 2016), sendo que o valor médio de partilha de *royalties* é de 50% (Arqué - Castells et al, 2016 citada em Cartaxo & Godinho, 2017). Desta forma, a percentagem de *royalties* também pode influenciar a atividade de patenteamento de uma universidade (Baldini, 2009).

Também têm sido implementadas outras medidas, pelos responsáveis das universidades, para que as patentes tenham uma maior importância na avaliação de desempenho dos seus investigadores (Wang & Guan, 2010) e no recrutamento de novos investigadores (Cervantes, 2004), assim como a atribuição de prémios a invenções comercializadas (Cervantes, 2004), para incentivar cada vez mais os seus investigadores a patentear o seu trabalho (Wang & Guan, 2010).

Para além do referido anteriormente, é importante referir que estas mudanças relacionadas com o papel das universidades na sociedade levaram a alterações ao nível

do patenteamento pelas mesmas e ao nível de interação entre os diferentes atores do sistema de inovação (Baldini, 2009). Associadas a estas mudanças foram criadas, dentro das universidades, TTOs que são as unidades responsáveis por darem suporte a todas as atividades de pré e pós patenteamento, nomeadamente, análise e seleção das invenções com potencial económico, submissão de pedidos de patente dessas invenções e licenciamento (Baldini, 2009; Baldini, 2010; Cartaxo & Godinho, 2017; Thursby et al, 2009). Estes TTOs começaram por aparecer em universidades dos EUA, sendo que em 1990 foram criadas em mais de 200 instituições académicas estas unidades (Ryan & Frye, 2018). Contudo, começaram também a ser criadas em universidades Europeias várias unidades para apoiar as atividades de comercialização de invenções universitárias (Czarnitzki et al, 2009). Podemos destacar o caso do Reino Unido, no qual o número de TTOs passou de 23 em 1990 para 116 em 2002 (NUBS (2003) citado em Crespi et al, 2011).

A contribuição demonstrada pelas universidades para o crescimento económico tem levado os governos de vários países a incentivar atividades de comercialização dentro das universidades (Czarnitzki et al, 2009), através de por exemplo atribuição de fundos de inovação, onde se pode destacar o caso do Reino Unido (Weckowska et al, 2015) e a aumentar os investimentos governamentais na investigação universitária (Dundas, 2012). Este aumento de investimento por parte do governo tem levado vários países a alterarem as suas políticas de financiamento, passando este a ser baseado no desempenho ou em termos competitivos em vez de ser baseado em regimes de confiança (Dundas, 2012), contribuindo para uma alocação mais eficiente de recursos em I&D e para o aumento do desempenho de cada universidade (Dundas, 2012).

No seguimento da intensificação da “terceira missão” das universidades, que levou a um aumento das suas atividades de licenciamento, tem-se verificado, nos últimos anos, uma tendência crescente de patenteamento pelas universidades (Bok (2003) citado em Nelson, 2005; Fisch et al, 2015;). Este facto é confirmado pelos dados presentes no relatório “*World Intellectual Property Indicators*” (2017), que mostram o aumento do número de famílias de patentes universitárias e de institutos públicos em todo o mundo (2001-2014), destacando-se os anos de 2005, 2007 e 2012 com taxas de crescimento de 30,5%, 20,1% e 19,6%, respetivamente.

Por exemplo, nos EUA verificou-se uma tendência de crescimento da percentagem de patenteamento das universidades dos EUA face ao patenteamento total no USPTO, entre 1963 e 1999, passando de menos de 0,3% para 4% (Mowery & Sampat, 2004). O estudo dos mesmos autores também mostrou que a tendência tecnológica dos pedidos de patente das universidades dos EUA, no período entre 1960 e 1999, eram as invenções biomédicas, sendo que as patentes provenientes de universidades biomédicas tiveram um aumento de 295%, entre os períodos 1968-1970 e 1978-1980, enquanto que nas não biomédicas esse crescimento foi de apenas 90% (Mowery & Sampat, 2004). Contudo, dados mais recentes mostram que a percentagem de patentes dos EUA pertencentes a universidades, entre 1999 e 2012, tem-se mantido razoavelmente estável (entre 4-4,5%)⁵.

Porém, segundo os dados do EPO tem havido um aumento na percentagem de pedidos Europeus solicitados por universidades nos últimos anos. Contudo, estes dados incluem não só universidades mas também institutos de I&D (em conjunto estas instituições são responsáveis por 9% dos pedidos no EPO em 2018⁶), pelo que não se consegue fazer uma comparação direta com os dados dos EUA.

O estudo de Geuna e Rossi (2011) mostrou também um crescimento das patentes pedidas por universidades na maioria dos países Europeus em análise, entre 1998-2006, apesar dos valores obtidos representarem menos de 20% da atividade total do patenteamento universitário. Isto acontece porque muitos pedidos de patente resultantes de investigação feita em universidades Europeias são solicitados em nome do investigador em vez da universidade. Relativamente, a esta questão o estudo de Lissoni (2012) mostrou, ainda, que em vários países Europeus (Holanda, França, Itália e Suécia), entre 1994-2002, mais de 50% das patentes inventadas nas universidades tinham como titulares empresas, principalmente na Itália (72%) e Suécia (81,1%), ao contrário dos EUA em que 68,7% pertencia às universidades e apenas 24,2% pertencia a empresas.

Tal como nos EUA e na Europa, o patenteamento universitário na Ásia tem tido um grande crescimento, sobretudo na China (Fisch et al, 2015), onde as mudanças no seu sistema de inovação e o crescimento das suas indústrias de *high-tech* deveram-se em muito ao seu sector universitário (Wang & Guan, 2010).

⁵ https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/univ/asgn/table_1_2012.htm

⁶ <https://www.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/annual-report/2018/statistics/applicants.html#tab3>

Assim, tem-se então verificado ao longo dos anos um aumento da proatividade por parte das universidades em patentear a sua investigação, em resposta a iniciativas políticas que se têm tomado em vários países, a oportunidades tecnológicas e a mudanças organizacionais (Crespi et al, 2011). Contudo, o estudo de Fisch et al (2015) mostrou que as universidades dos EUA e Asiáticas submeteram, entre 2001 e 2011, mais pedidos de patente, em termos absolutos, que as universidades Europeias. Também esta diferença em termos de patentes é referida no relatório da OECD (2003), citado em Cervantes (2004) que refere que a atividade de patenteamento de universidades dos EUA, em 2000, foi muito superior à dos países da União Europeia.

Relativamente a pedidos PCT, os dados presentes na revisão anual do PCT efetuado pela WIPO (2014, 2019), mostram que tem havido um aumento do número destes pedidos, requeridos por universidades, desde 1995 até à atualidade, apesar de os pedidos PCT deste tipo de requerente também terem sofrido com a desaceleração económica sentida em 2009. De salientar, ainda, que os pedidos PCT provenientes de universidades apresentaram uma TMCA, entre 2013 e 2018, de 5,47%, sendo essa taxa superior à TMCA dos pedidos PCT totais, que foi de 4,27%. A revisão anual de 2014 mostra, também, que os países em que as universidades solicitaram mais PCTs, em 2013, foram os EUA, seguido da República da Coreia, Japão, China e Reino Unido. Apesar dessa liderança das universidades dos EUA, a respetiva percentagem de pedidos PCTs diminuiu de 51,1% (2008) para 40% (2013). Em sentido contrário, a percentagem de pedidos PCT de universidades Chinesas e da República da Coreia aumentaram, sendo que a percentagem de pedidos Chineses passou de 2,5% (2008) para 7,5% (2013), passando da 7ª para a 4ª posição.

Dados de 2018, mostram que o Top 10 das universidades com mais pedidos PCT incluem cinco universidades dos EUA, quatro da China e uma da República da Coreia enquanto que o Top 50 inclui 23 dos EUA, dez da China, seis da República da Coreia, cinco do Japão, duas de Singapura e uma da Índia, Arábia Saudita, Suíça e UK (WIPO, 2019).

Relativamente às áreas mais propícias para serem licenciadas pelas universidades, vários autores, incluindo Mowery & Ziedonis (2002) e Baldini (2009), destacam nos seus trabalhos a área biomédica, como sendo uma das áreas com mais patentes universitárias, principalmente nas universidades de medicina ou que desenvolvam

investigação na área citada. Nelson (2005) destaca ainda a contribuição destas universidades para desenvolvimentos tecnológicos importantes na área médica. Conti & Gaulé (2009), também referem que as áreas de ciências da vida e engenharia, que têm um carácter mais aplicado, são mais procuradas pela indústria e, consequentemente apresentam uma maior probabilidade de serem licenciadas. Também o estudo de Lissoni (2012) destaca as tecnologias ligadas a Farma-Biotecnologia, como as que apresentam uma maior concentração de patentes de universidades Europeias, atingindo um máximo de 50,5% em universidades Dinamarquesas, no período de 1978-2002.

Como referido anteriormente, têm sido implementadas várias medidas, incluindo a lei de Bayh-Dole, e realizadas mudanças organizacionais que contribuíram para a entrada de novas universidades na atividade de patenteamento. Contudo, para alguns autores, a entrada destas novas universidades sem experiência em patenteamento originaram patentes menos significativas, em termos de taxa de citação, que as patentes submetidas pelas universidades que já tinham conhecimentos nesta área (Mowery & Ziedonis, 2002). Também, o estudo de Henderson et al (1998) refere que a qualidade das patentes universitárias dos EUA, medida pelo número de citações em patentes posteriores, diminuiu depois da implementação da lei de Bayh- Dole. Apesar desta constatação, Sampat el al (2003) referiram no seu trabalho que as conclusões de Henderson et al (1998) não significavam, realmente, uma redução do número de citações, mas sim, uma alteração da distribuição das citações de patentes universitárias ao longo do tempo.

Para além do exposto anteriormente, é também importante referir que o licenciamento da maioria das patentes concedidas a universidades não gerou receitas suficientes para compensar os investimentos feitos na I&D que suscitou tais patentes (Ryan & Frye, 2018), apesar de existirem exceções, como é o caso Cohen-Boyer (Nelson, 2005). Esta situação pode estar relacionada com a qualidade da investigação, uma vez que, segundo Chukumba & Jensen (2005), a elevada qualidade de uma investigação está associada a um elevado número de licenças e a receitas de licenciamento (Dundas, 2012).

Assim, apesar deste aumento da atividade de patenteamento pelas universidades, nos últimos anos, é relevante avaliar-se a qualidade das patentes provenientes destas entidades.

2.3 Qualidade de Patentes

O conceito “qualidade das patentes” não é fácil de definir uma vez que existem muitos

aspectos que influenciam a “qualidade” de uma patente, sendo que o seu significado depende dos utilizadores e dos contextos.

Contudo, este conceito é um elemento chave de um sistema de patentes e como tal tem assumido um papel de destaque em comités internacionais de patentes, nomeadamente no Comité de Direito de Patentes (SCP)⁷. Apesar de não existir uma definição comum deste conceito entre os vários institutos de patentes a nível mundial, têm sido tomadas várias medidas para garantir a qualidade das patentes, nomeadamente mecanismos de oposição, observação de terceiras partes e implementação de sistemas de qualidade nos institutos.

Por outro lado, segundo Squicciarini et al (2013), existem várias definições para este conceito e cada uma delas depende do utilizador, ou seja enquanto que para uns significa uma patente escrita de forma clara e se possível com um âmbito superior à própria invenção (perspetiva dos agentes oficiais de propriedade industrial e engenheiros), para outros significa uma patente que não é invalidada em tribunal (perspetiva dos juristas), e para outros ainda significa patentes que cumprem o propósito de proteção de um sistema de patentes (perspetiva dos economistas). Também de acordo com Guerrini (2014) a definição deste conceito, da perspetiva dos interessados (*stakeholders*) está relacionada com cinco dimensões que são: validade da patente, clareza da patente, fidelidade da patente com o âmbito obtido (dimensões relacionadas com o documento de patente), utilidade social da patente e sucesso comercial da patente (dimensões relacionadas com a invenção descrita na patente).

Apesar das críticas existentes na literatura às patentes como indicador de inovação (Sampat et al, 2003), muitos autores referem o número de citações de uma patente em patentes posteriores como um indicador para medir a importância tecnológica de uma patente e a qualidade da mesma (Henderson et al, 1998; Lissoni, 2012; Mowery & Ziedonis, 2002; Sampat et al, 2003; Squicciarini et al, 2013), principalmente as auto-citações que são consideradas mais valiosas para o mercado que as restantes (Hall et al (2005), citado em Dechezleprêtre et al, 2017). Contudo, é necessário ter em atenção o período das citações (Sampat et al, 2003), porque citações de uma patente feitas até cinco anos da data da patente em causa são indicadoras de que se verificou um rápido interesse nas mesmas, e como tal, da sua relevância (Lanjou & Schankerman, 2004),

⁷ <https://www.wipo.int/policy/en/scp/>

enquanto que, quanto à importância das citações mais tardias, não existe consenso (Sampat et al, 2003). Apesar disso, o estudo de Lanjou & Schankerman (2004) refere que citações de uma patente ao longo do tempo mostram a sua importância para investigações futuras. Para além do número de citações das patentes, relacionado com a notoriedade da patente, que podem ser as patentes citadas num pedido (*backward citations*) ou as patentes seguintes que citam uma determinada patente (*foward citations*) (Lanjou & Schankerman, 2004), existem outros indicadores definidos na literatura para medir a “qualidade de patentes”, cujo grau de importância depende da área técnica (Lanjou & Schankerman, 2004), e que estão relacionados com o valor tecnológico ou económico de uma patente, ou ambos. Podemos destacar os dados sobre renovações de patentes (Schankerman & Pakes, 1986 citado em Lanjou & Schankerman, 2004) em que o número de renovações é diretamente proporcional ao valor da patente; o âmbito tecnológico da patente (Squicciarini et al, 2013); a taxa de concessão, que é determinada pelo quociente entre o número de pedidos concedidos e o número total de pedidos (Lages, 2016); o tempo de vida de uma patente, que mostra o tempo que uma patente permanece ativa e que é definida pelo número de renovações (Lages, 2016); o tamanho da família de patentes, que mostra o âmbito de cobertura geográfica (Squicciarini et al, 2013) e que reflete tanto a importância tecnológica da inovação como a oportunidade de mercado; o número de reivindicações (ou o número de classes IPC) que mostra a abrangência da inovação e no qual existe uma relação direta entre o número de reivindicações e o valor da patente (Dechezleprêtre, 2017; Lanjou & Schankerman, 2004); o tempo de concessão (Squicciarini et al, 2013), sendo que quanto menor esse tempo maior o valor da patente; as citações de literatura não relacionada com patentes (NPLs) que são consideradas indicadores da contribuição da ciência pública para a tecnologia industrial, porque as patentes que citam NPLs são vistas como patentes que divulgam conhecimento mais complexo e fundamental (Squicciarini et al, 2013); e as invenções disruptivas, que correspondem às patentes incluídas nas 1% de patentes com mais citações (Squicciarini et al, 2013).

3. METODOLOGIA

O objetivo principal deste trabalho de investigação consiste em caracterizar as tendências tecnológicas da atividade de patenteamento das universidades a nível mundial. Para isso foram utilizadas, principalmente, estatísticas de patentes para tentar

responder às questões de investigação colocadas, seguindo-se sobretudo uma abordagem quantitativa e descritiva.

Desta forma, a primeira questão de investigação relaciona-se com as tendências tecnológicas resultantes da atividade de patenteamento das universidades e se essas tendências seguem as tendências tecnológicas globais. Para responder à primeira questão, a amostra definida para análise consistiu no Top 100 das universidades listadas no *Academic Ranking of World Universities (ARWU)*⁸, entre 2010 e 2016, que é um dos três *rankings* mais influentes e mais utilizados a nível mundial. A seleção do Top 100 das universidades foi feita da seguinte forma: somou-se o valor da posição que cada universidade ocupava no ranking em cada um dos anos em análise, sendo que as 100 universidades com menos pontuação, ou seja as que ocupavam lugares mais cimeiros, foram as selecionadas.

Para esta análise foram selecionados o EPO e o USPTO, que fazem parte do grupo dos “*IP5 offices*”, sendo por isso dois dos cinco institutos mais importantes e com maior atividade de patenteamento a nível mundial. O número de pedidos EP e US e o *ranking* das classificações IPC principais atribuídas a esses pedidos, foram extraídos do programa Epoque Net v 5.80 (*European patent office query*), que é um programa desenvolvido pelo EPO para a realização de pesquisas de patentes e obtenção de informação relacionada com as mesmas. A base de dados selecionada desse programa foi a EPODOC, que é uma base de dados que contém 119.035.797 documentos de patentes, sendo como tal uma das bases de dados mais abrangente e precisa que existe. Foi também utilizada a base de dados de patentes de livre acesso do EPO, ESPACENET⁹. Para cada uma dessas universidades determinou-se o número total de pedidos de patente, EP e US, publicados entre 2010 e 2018, que inclui os pedidos apresentados entre o 2º semestre de 2008 e o 1º semestre de 2017. Não foram incluídos os últimos anos (2018-2019) porque a maioria dos pedidos ainda se encontram em segredo, uma vez que a publicação dos mesmos só ocorre 18 meses a contar da data do pedido ou da prioridade, se a mesma for reivindicada.

Em termos de amostra, esta englobava, inicialmente, 100 universidades, nomeadamente 53 universidades dos EUA, 31 Europeias, cinco Australianas, quatro Canadianas, quatro Japonesas, duas Israelitas e uma Russa. Contudo, tal como referido na revisão da

⁸ <http://www.shanghairanking.com/ARWU2018Candidates.html>

⁹ https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP

literatura, alguns países Europeus, como a Suécia, ainda possuem na sua legislação o “*professor’s privilege*” (Conti & Gaulé, 2009), assim decidiu-se eliminar as universidades de Uppsala e de *Stockholm*, porque o número obtido de patentes Europeias requeridas por estas universidades foi inferior a dez. Também foi eliminada da amostra a Universidade Russa, *Moscow State University*, porque nas pesquisas feitas não se conseguiram obter resultados para esta universidade.

Outro problema relacionado com a amostra prendeu-se com o facto de algumas universidades, que se encontram no Top 100, embora partilhando uma mesma designação, são normalmente consideradas em separado de acordo com a designação do respetivo *campus*. Nestes casos, as patentes são pedidas em nome do mesmo requerente, não sendo possível determinar de forma clara as patentes pertencentes a cada *campus*. Este problema foi também identificado por Fisch et al (2015), que deram o exemplo da Universidade da Califórnia, que possui 8 *campi* diferentes, mas cujas patentes são pedidas em nome “*The regents of the University of California*”. A abordagem seguida nestes casos foi considerar essas universidades que normalmente são tratadas como independentes como sendo uma única universidade. Apesar da crítica, feita por Fisch et al (2015) a esta abordagem, considera-se que, sendo o principal objetivo deste trabalho analisar se as áreas de patenteamento das universidades seguem as tendências tecnológicas de patenteamento globais e não uma análise específica das patentes de cada universidade, esta opção não compromete o estudo. Seguiu-se a mesma lógica para a *University of Texas at Austin* e *University of Texas Southwestern Medical Center at Dallas* que fazem parte do *University Texas System*.

Por fim, decidiu-se também incluir na amostra cinco universidades Chinesas, sendo que uma delas é China -Taiwan, as que estavam melhor posicionadas no ARWU, uma vez que vários autores referem na literatura que o patenteamento das universidades Chinesas tem tido um grande crescimento nos últimos anos (Fisch et al, 2014; Fisch et al, 2015; Wang & Guan, 2010). Acresce que nos anos mais recentes o número de universidades Chinesas em lugares cimeiros no ARWU tem vindo a aumentar, esperando-se que esta tendência se venha a reforçar ainda mais. Face às decisões tomadas a amostra final contempla 46 universidades dos EUA, 29 Europeias (quatro Alemãs, uma Belga, quatro Suíças, duas Dinamarquesas, uma Finlandesa, três Francesas, três Holandesas, uma Norueguesa, uma Sueca e nove do Reino Unido), cinco Australianas, cinco Chinesas

(quatro Chinesas e uma China- Taiwan), quatro Canadianas, quatro Japonesas e duas Israelitas. Consequentemente, ficou-se com uma amostra com $n=95$.

Depois de definida a amostra foram feitas pesquisas na base de dados EPODOC utilizando o nome de cada universidade no campo “Requerente”, que nos dá todas as pedidos EP e US da universidade em análise no período em estudo. Contudo, este trabalho de seleção do nome de cada universidade revelou-se bastante difícil uma vez que, por vezes, as patentes de uma universidade não são todas pedidas com o nome da universidade mas sim com o nome de outras entidades que pertencem à mesma, cujo nome é diferente. Assim, tendo em consideração a abordagem seguida por Fisch et al (2015), relativamente ao mesmo problema, a pesquisa por “Requerente” teve em conta não só o nome da universidade, mas também o nome dos seus TTOs e de outras entidades associadas à universidade. Foram também tidas em consideração outras variações no nome do requerente, incluindo abreviaturas, ordem das palavras e o nome em diferentes línguas. No decorrer desta tarefa de seleção dos nomes foram consultados os relatórios “*Top 100 worldwide Universities Granted U.S Utility Patents*” dos anos de 2016-2018, produzidos pela *National Academy of Inventors* (NAI) e pelo *Intellectual Property Owners Association* (IPO).¹⁰

Utilizando a base de dados EPODOC, para além do número de patentes de cada universidade conseguimos obter o *ranking* das classificações IPC dessas patentes, utilizando o comando “*..stat icaï*”, que nos permite perceber as tendências tecnológicas. Esse comando fornece em termos estatísticos o Top 1000 das classificações IPC principais, sendo que um pedido de patente pode conter mais do que uma classificação.

Para converter os símbolos IPC nos 35 campos tecnológicos correspondentes foi utilizada a Tabela de Concordância de Tecnologias IPC da *WIPO*¹¹. Assim, foi possível comparar os campos tecnológicos com mais peso no patenteamento das universidades em estudo junto do EPO com os campos tecnológicos do patenteamento global no mesmo instituto. Os dados referentes aos campos tecnológicos dos pedidos EP totais solicitados entre 2010 e 2018 foram retirados dos relatórios anuais estatísticos do EPO¹².

¹⁰ <https://www.prnewswire.com/news-releases/top-100-worldwide-universities-granted-us-utility-patents-in-2018-announced-300861433.html>

¹¹ http://www.wipo.int/export/sites/www/ipstats/en/statistics/patents/xls/ipc_technology.xls

¹² <https://www.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/annual-report.html>

Com os resultados obtidos nestas pesquisas foi, então, possível verificar quais as tendências tecnológicas do patenteamento universitário e quais as áreas tecnológicas com maior taxa de crescimento, e se a atividade de patenteamento nas universidades segue as tendências tecnológicas globais, e desta forma responder à primeira questão de investigação.

Relativamente à segunda questão de investigação, esta pretende analisar de uma forma exploratória a qualidade das patentes universitárias, para isso foram selecionadas quatro universidades, uma dos EUA, uma Europeia, uma Chinesa e uma Japonesa (em representação de diferentes regiões do mundo) posicionadas nos lugares mais cimeiros (ou seja a universidade de cada país/região que aparece em primeiro lugar) na subclasse que mais se destacou nos pedidos EP provenientes de universidades, ou seja a subclasse A61K. Para além da subclasse A61K foi incluída na análise outra subclasse, a G01N, que foi escolhida por ser a subclasse, numa área tecnológica diferente da A61K, com maior peso nos pedidos EP universitários. Convém realçar, que tanto as subclasses como as universidades que vão ser alvo de estudo quanto à qualidade das suas patentes foram obtidas durante a análise referente à primeira questão. Foi então analisada a qualidade dos pedidos EP, publicados entre 2004 e 2015, nas subclasses A61K e G01N das seguintes universidades: *The Johns Hopkins University*, Universidade de Heidelberg, *Peking University*, e *Kyoto University*.

Sendo este um estudo exploratório, optou-se por analisar apenas a qualidade dos pedidos EP. Desta forma, consegue-se também evitar que as diferentes exigências associadas aos pedidos e legislações entre o EPO e o USPTO influenciassem o estudo. Para analisar a qualidade dessas patentes foram utilizados três indicadores, escolhidos de modo a refletirem mais a importância tecnológica da patente do que o valor económico. O primeiro indicador utilizado foi o número de citações *forward*, ou seja o número de citações que uma patente recebe, uma vez que este indicador é utilizado por vários autores para analisar a qualidade das patentes universitárias (Acosta et al, 2012; Mowery & Ziedonis, 2002; Sampat et al, 2003; Sapsalis et al, 2006). Em segundo lugar, vai ser utilizado o número de famílias de patentes, sendo que uma família de patentes é definida como um conjunto de pedidos de patente feitos em vários países que partilham a mesma prioridade (ou conjunto de prioridades). Por último, o indicador da taxa de concessão de patentes, empregue por Lages (2016), que é dada pelo quociente entre o número de patentes concedidas e o número total de pedidos de patente. O critério de

qualidade associado à taxa de concessão está relacionado com o cumprimento dos três requisitos de patenteabilidade que são a novidade, a atividade inventiva e a aplicação industrial, sendo que uma patente que não cumpre um destes requisitos carece de qualidade (Lages, 2016). Relativamente ao indicador citações *foward*, não se pode desprezar o facto de o pico das citações acontecer aos 4-5 anos depois da publicação da patente (Mowery & Ziedonis, 2002), o que pode afetar diretamente os resultados obtidos. No que se refere ao indicador taxa de concessão, as patentes EP que ainda estavam em estudo foram retiradas da amostra e as patentes concedidas mas que estavam em fase de oposição foram contabilizadas como concessões.

Foi ainda analisada a influência da co-requerência nos três indicadores definidos anteriormente.

Para analisar a qualidade global dos pedidos de patente de cada universidade foi criado um indicador de síntese que consiste na soma dos três indicadores (intensidade de citações; tamanho médio da família de patentes e taxa de concessão) normalizados.

Nesta análise da qualidade selecionou-se um intervalo de tempo maior e englobando anos mais antigos, porque os dados referentes a estes indicadores não são logo obtidos após a publicação dos pedidos. Foi definido como limite final o ano de publicação 2015 tendo em consideração que o tempo médio de decisão de uma patente desde que é solicitada é de três ou quatro anos, podendo este tempo ser superior quando existe oposição ou recurso ou em casos de *backlog* (Lages, 2016). Foram utilizadas novamente as bases de dados EPODOC e *Espacenet* para recolher informação sobre o número de patentes, o tamanho da família de patentes e para o número de citações. Para a análise do estado legal da patente, onde se pode verificar se a patente foi concedida ou recusada, foi utilizada a base de dados *Register* do EPO.

A informação sobre as universidades selecionadas para a análise da qualidade foi retirada dos seus *sites* e da *wikipedia*.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Como tem sido a evolução do patenteamento universitário, nos últimos anos?

Segundo dados da *WIPO* tem havido um aumento da atividade de patenteamento por parte das universidades, nos últimos anos, sendo que algumas delas fazem parte do Top 100 dos principais requerentes a nível mundial (*WIPO Indicators*, 2017). Assim, neste

capítulo irá ser feita uma análise geral da evolução do patenteamento universitário no EPO e no USPTO, relativamente a patentes publicadas entre 2010 e 2018, o que corresponde a pedidos apresentados 18 meses antes.

De acordo com os resultados obtidos na análise de patenteamento universitário, foram apresentados 20.342 pedidos EP pelas universidades em análise, no período em estudo, sendo que em média cada uma delas apresentou 214,13 pedidos junto ao EPO. No caso do USPTO, obteve-se um total de 68.172 pedidos US que corresponde a uma média de 717,6 de pedidos por universidade. Agrupando as universidades por países (as universidades Europeias foram consideradas em conjunto como pertencendo a um mesmo agregado), verificou-se que à exceção das universidades Europeias, todas as outras apresentam em média mais pedidos US que EP, sendo que em média as universidades que apresentam mais pedidos US são as dos EUA, logo seguidas pelas da China e do Japão.

Relativamente à análise das universidades com maior número de pedidos de patente, salienta-se que nove das 15 universidades que apresentaram mais pedidos de patente junto ao EPO são universidades dos EUA, como se pode ver pela tabela I. O restante Top 15 é constituído por três universidades Japonesas e três universidades Europeias. Destaca-se, ainda, que o *ranking* é liderado pela Universidade da Califórnia (que inclui os sete *campi*), que tem mais do dobro de pedidos que a universidade de Tóquio, que aparece em segundo lugar. As universidades Europeias que aparecem no *ranking* são a Universidade de Oxford, o ETHZ (*Swiss Federal Institute of Technology Zurich*) e a Universidade de Ghent, na nona, décima-primeira e décima-quarta posição, respetivamente.

TABELA I
Top 15 das universidades com mais pedidos EP publicados entre 2010-2018.

Universidades	Nº Patentes EP
University of California, Berkeley, Los Angeles, San Diego, San Francisco, Santa Barbara, Irvine, Davis	1670
The University of Tokyo	812
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	702
Univ. Harvard	689
The University of Texas at Austin/The University of Texas Southwestern Medical Center at Dallas/texas system	644
Stanford University	504
The Johns Hopkins University	482
Kyoto University	460
University of Oxford	448
University of Pennsylvania	426
Swiss Federal Institute of Technology Zurich	409
University of Washington	391
Osaka University	375
Ghent University	371
University of Michigan - Ann Arbor	353

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

No que se refere a pedidos efetuados no USPTO, no período em análise, as universidades dos EUA continuam a dominar (13 das 15 universidades com mais pedidos de patente US são dos EUA). Estão também presentes uma universidade Japonesa e uma Chinesa, não existindo nenhuma universidade Europeia no Top 15, como se pode constatar pela tabela II. A primeira universidade Europeia a aparecer no *ranking* é a Universidade de Oxford, em 43º lugar. Tal como no caso anterior, o primeiro lugar do pódio pertence à Universidade da Califórnia, o que não é surpresa já que esta universidade é a única que faz parte do Top 50 dos requerentes de pedidos PCT em 2018, segundo dados da *WIPO* (2019). Contudo, o número de pedidos apresentados por esta universidade no USPTO é quatro vezes superior ao número apresentado no EPO. Outras universidades dos EUA que estão no Top 15 de ambos os institutos apresentam também mais pedidos junto do USPTO que do EPO, o que mostra que boa parte dos pedidos US não seguem para a via europeia.

Enquanto que a maioria das universidades dos EUA preferem apresentar pedidos de patente no USPTO, ou seja no instituto da sua nacionalidade, grande parte das universidades Europeias (16 das 29 universidades Europeias presentes na amostra) optam por pedir um maior número de patentes no USPTO que no EPO. Isto demonstra a grande importância dos EUA como mercado tecnológico global e, como tal, um dos mais atrativos para se proteger invenções, pelo menos no período em observação neste trabalho.

TABELA II
Top 15 das universidades com mais pedidos US publicados entre 2010-2018.

Universidades	Nº Patentes US
University of California, Berkeley, Los Angeles, San Diego, San Francisco, Santa Barbara, Irvine, Davis	6690
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	3792
The University of Texas at Austin/The University of Texas Southwestern Medical Center at Dallas/Texas system	2868
Stanford University	2533
The Johns Hopkins University	2191
Tsinghua University	2035
Univ. Harvard	1892
California Institute of Technology	1853
University of Washington	1657
University of Wisconsin - Madison	1612
University of Michigan - Ann Arbor	1473
COLUMBIA university	1417
The University of Tokyo	1365
University of Pennsylvania	1321
Purdue University - West Lafayette	1229

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

Verifica-se também que a maior solicitação de patentes por parte de universidades de nacionalidade diferente da nacionalidade do instituto onde requerem a mesma, provém de universidades dos EUA no caso do EPO e de universidades Chinesas, Europeias e Japonesas no caso do USPTO, o que está de acordo com Dechezlepître et al (2017) que refere que o número de pedidos de patente estrangeiros no USPTO é maior que no EPO.

Por fim, ao compararmos as TMCA (publicação entre 2010-2018) dos pedidos EP e US solicitados pelo Top 95 das universidades em estudo com as dos pedidos totais correspondentes, verifica-se que tanto os pedidos EP como os US provenientes destas universidades estão a crescer com taxas duas vezes superiores às taxas dos respetivos pedidos totais, o que mostra, não só a importância deste tipo de requerente, mas sobretudo a contribuição deste grupo de universidades para a dinâmica global de patenteamento. Para além disto, as TMCA dos pedidos EP universitários e totais são superiores às TMCA dos pedidos US universitários e totais, o que parece sugerir que o *gap* entre os pedidos EP e US está a diminuir.

De seguida irá ser feita uma análise mais aprofundada sobre as áreas tecnológicas com mais peso no patenteamento universitário e como essas áreas têm evoluído.

4.2 Quais as tendências tecnológicas resultantes da atividade de patenteamento das universidades e quais os sectores tecnológicos que mais cresceram?

Começando por uma análise das classificações IPC atribuídas aos pedidos EP e US, das universidades em estudo, constata-se que as dez subclasses IPC mais vezes presentes, tanto nos pedidos EP como US, são a A61K, A61P e A61B que pertencem à classe “Ciência médica ou veterinária; higiene”; C07C, C07D e C07K que pertencem à classe “Química orgânica”; C12N e C12Q que estão incluídas na classe “Bioquímica”, G01N e H01L incluídas nas classes “Medição, testes” e “Elementos elétricos básicos”, respetivamente.

TABELA III

Top 10 das subclasses com mais peso no EPO e USPTO, nos pedidos universitários publicados entre 2010 e 2018.

Classificação IPC	Patentes EP	Patentes US	Total
A61K	15739	30679	46418
C12N	6088	9691	15779
G01N	5103	7936	13039
C07K	4234	7555	11789
A61P	6316	7447	13763
C07D	3320	6301	9621
A61B	2661	5609	8270
H01L	1750	4069	5819
C12Q	2214	3796	6010
C07C	1712	3013	4725

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

Destaca-se a subclasse A61K como sendo a subclasse com maior peso, tanto nos pedidos feitos no EPO como no USPTO, sendo que nos EUA esse peso é bastante superior, conforme se comprova na tabela III. Tanto nos pedidos EP como nos US (universitários) fazem parte dos três lugares do pódio das subclasses A61K, C07D, A61B e C12Q apenas universidades dos EUA, apesar destas serem diferentes quando se comparam os pedidos EP com os US. Constata-se que nos pedidos submetidos no EPO,

nas dez subclasses com maior peso, apenas aparecem em lugares de pódio universidades dos EUA e Japonesas, destacando-se a *The Johns Hopkins University* (que aparece no pódio em seis das subclasses), a Universidade de Harvard e a Universidade da Pensilvânia. Porém, nos pedidos apresentados no USPTO, apesar de continuar a existir uma maior predominância de universidades dos EUA nos três lugares cimeiros, também estão presentes universidades do Japão, da China, da Europa e de outros países, o que mostra uma vez mais a preferência pelo mercado dos EUA. Podemos, ainda, destacar que a Universidade de Oxford aparece em primeiro lugar na subclasse G01N e que o pódio da subclasse H01L é constituído somente por universidades Chinesas (incluindo China - *Taiwan*), o que está de acordo com o recente estudo da Nikkei e Elsevier (Okoshi, 2019) que mostra que a China é líder em termos de investigação na área dos semicondutores, que é o campo tecnológico correspondente à subclasse H01L.

Na tabela IV podemos visualizar as TMCA das dez subclasses IPC com mais peso no EPO e no USPTO, nas patentes pedidas pelas universidades em estudo. Verifica-se que nos pedidos EP todas as subclasses, à exceção da H01L, cresceram no período em análise. Curiosamente, essa subclasse foi a que apresentou o terceiro maior crescimento nos pedidos US. Esta diferença pode estar relacionada com a preferência das universidades Chinesas, que são as líderes nesta área técnica, pelo mercado dos EUA, como se constatou anteriormente.

Deste Top 10, as subclasses que mais cresceram, em ambos os institutos, foram a A61B e C07D, com 11,5% (EUA) e 5,84% (EUA) e com 11,83% (EP) e 9,78% (EP), respetivamente, sendo que as TMCA dos pedidos EP, à exceção da H01L, são maiores que as dos pedidos US, apesar do número de pedidos ser bastante inferior. Esta circunstância sugere, mais uma vez, que está a diminuir o *gap* entre os pedidos EP e US entre as universidades, em estudo.

TABELA IV
TMCA das 10 subclasses IPC com mais peso no EPO e USPTO, nas patentes pedidas por universidades, publicadas entre 2010 e 2018.

IPC	Pedidos EP			Pedidos US		
	2010	2018	TMCA	2010	2018	TMCA
A61K	1607	2389	5,08%	6383	6982	1,13%
A61P	705	874	2,72%	2606	1230	-8,96%
C12N	598	1076	7,62%	2664	2306	-1,79%
G01N	595	792	3,64%	1888	2052	1,05%
C07K	373	768	9,45%	1563	1735	1,31%
H01L	294	241	-2,45%	1097	1444	3,50%
C07D	236	498	9,78%	993	1564	5,84%
C12Q	231	311	3,79%	1111	1037	-0,86%
C07C	181	253	4,28%	525	541	0,38%
A61B	168	411	11,83%	664	1586	11,50%

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

Concluída a análise por IPC, irá ser feita uma análise por sectores tecnológicos. Assim, uma vez que as patentes estão orientadas para a proteção de invenções, as classificações de patentes utilizadas, com referência à IPC, centram-se em tecnologias ou em produtos que usam determinada tecnologia. Porém, as comparações internacionais são normalmente feitas com base numa classificação de sectores, que é diferente da classificação de patentes, apesar de nalguns casos existirem semelhanças (Schmoch, 2008). Como tal, tendo em conta os resultados obtidos para as classificações IPC dos pedidos EP solicitados pelas universidades no período em análise, foi feita a conversão dessas classificações IPC nos campos tecnológicos correspondentes, como explicado na metodologia. Esta análise foi feita apenas para os pedidos EP, por falta de dados, para a totalidade dos pedidos US, com a IPC na desagregação necessária (ou seja, subclasse) para convertê-la nos campos tecnológicos.

TABELA V

Top 10 IPC com mais peso nos pedidos EP universitários publicados entre 2010 e 2018 e correspondentes sectores e campos tecnológicos.

TOP 10 IPC (pedidos publicados entre 2010-2018)				
IPC	Total	Sectores: campo tecnológico	Total	
H01L	1750	Engenharia elétrica: semicondutores	1750	3,56%
G01N	5103	Instrumentos: medições	5103	10,39%
A61B	2661	Instrumentos: tecnologia médica	2661	5,42%
A61K	15739	Química: farmacêutico	22055	44,88%
A61P	6316	Química: farmacêutico		
C12N	6088	Química: biotecnologia	12536	25,51%
C07K	4234	Química: biotecnologia		
C12Q	2214	Química: biotecnologia		
C07D	3320	Química: química orgânica fina	5032	10,24%
C07C	1712	Química: química orgânica fina		
Total			49137	100,00%

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

Quando se comparam estes campos tecnológicos das universidades em estudo com o Top 10 dos campos tecnológicos presentes na totalidade das patentes Europeias pedidas entre 2010 e 2018, verifica-se que estão todos incluídos, à exceção do campo dos semicondutores. Contudo, uma das diferenças verificadas é que o campo tecnológico principal na totalidade dos pedidos EP é o relacionado com as tecnologias médicas, que incluem instrumentos de vacinação, próteses, robots cirúrgicos, *pacemakers* e tomografias computadorizadas, enquanto que no caso das universidades é o farmacêutico, que está relacionado com preparações para fins médicos, dentários e de higiene.

De seguida, iremos analisar, respetivamente, para o total de pedidos EP e para os pedidos EP das universidades em estudo, a relação entre o volume de pedidos em cada campo tecnológico em 2018 e a correspondente TMCA entre 2010 e 2018. Em cada um

dos dois gráficos seguintes assinalamos três grupos de campos tecnológicos que mais se destacam em termos do seu dinamismo.

Visualizando o gráfico seguinte, ainda com referência à totalidade dos pedidos EP, destacam-se três grupos de campos tecnológicos, nomeadamente, o grupo assinalado a vermelho que inclui os campos com maior número e que crescem acima da média, os quais abrangem os campos relacionados com tecnologia médica; comunicação digital; tecnologia de computadores; máquinas elétricas, aparelhos e energia; transportes; medições e outras máquinas especiais. O segundo grupo assinalado a verde, onde estão inseridos os campos com número médio/menor e que crescem igualmente acima da média, inclui a manutenção; outros bens de consumo; materiais, metalurgia; controlo e tecnologias de superfície, revestimento. Por último temos o campo tecnológico, assinalado a azul, ainda pequeno mas crescendo muito acima da média, que corresponde aos métodos IT para gestão (que inclui software para fins específicos).

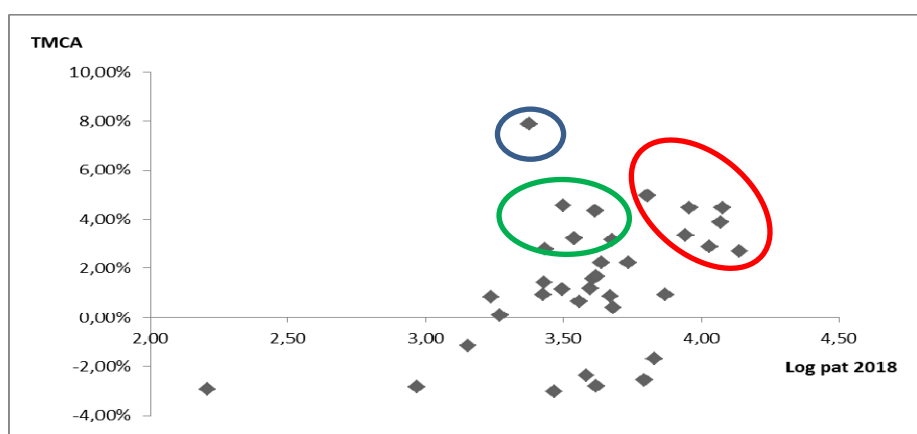


Gráfico 1 – Dimensão (em log) e TMCA dos campos tecnológicos dos pedidos EP totais, pedidos entre 2010-2018.

Seguidamente irá ser feita a mesma análise mas referenciando, no gráfico 2, apenas os pedidos de patente EP das universidades em estudo. Ao comparar os gráficos 1 e 2, verifica-se que as TMCA de alguns campos tecnológicos dos pedidos EP universitários são bastante superiores às correspondentes taxas dos campos tecnológicos da totalidade dos pedidos EP. Além disso, no gráfico 2 destacam-se também três grupos, com as mesmas características dos identificados anteriormente, sendo que a constituição dos mesmos em termos de campos tecnológicos, apesar de apresentar algumas semelhanças com o caso anterior, também apresenta várias diferenças. Ora vejamos, o primeiro grupo, assinalado a vermelho, inclui o campo tecnológico relacionado com tecnologias médicas. Este campo também está presente no grupo assinalado a vermelho do caso anterior. No segundo grupo (verde) estão incluídos os campos relativos a máquinas

elétricas, aparelhos e energia e outras máquinas especiais, que no primeiro caso estavam no grupo assinalado a vermelho. O terceiro grupo (azul) engloba os campos referentes a ferramentas de máquinas; controlo; manutenção; processos de comunicação básicos; processos térmicos e aparelhos e outros bens de consumo. Os campos relativos a controlo; manutenção; e outros bens de consumo aparecem no caso anterior no grupo assinalado a verde, sendo que o campo “Controlo” foi o que apresentou a mais alta TMCA nos pedidos universitários e a 3^a maior nos pedidos globais. Contudo, neste grupo (azul) estão presentes campos que não aparecem nos três grupos identificados anteriormente, nomeadamente os campos de ferramentas de máquinas; de processos de comunicação básicos; e de processos térmicos e aparelhos. Salienta-se que estes campos são campos que aparecem no caso anterior com crescimentos negativos (processos de comunicações básicos) ou muito abaixo da média (ferramentas de máquinas e processos térmicos e máquinas).

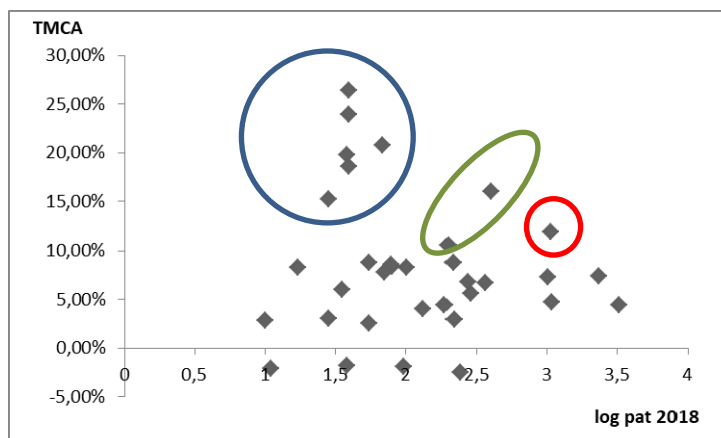


Gráfico 2 – Dimensão (em log) e TMCA dos campos tecnológicos dos pedidos EP universitários, publicados entre 2010-2018.

Tendo em consideração que o caso das universidades corresponde a pedidos solicitados até meio de 2017 (publicação 2018) e o caso dos pedidos EP totais até 2018, parece existir, apesar deste desfasamento, alguma correspondência entre os campos tecnológicos patenteados pelas universidades e os campos tecnológicos resultantes do patenteamento global, como é o caso das tecnologias médicas, ou, pelo menos, uma tentativa de convergência, porque a maioria dos campos dos grupos assinalados a verde e azul do patenteamento universitário são campos que também estão nos grupos identificados no patenteamento global, apesar de não estarem no grupo correspondente, mas que estão a crescer mais rapidamente que os campos tecnológicos globais.

Contudo, também existem algumas diferenças face às áreas técnicas que mais têm crescido, como visto anteriormente.

4.3 Qual a importância tecnológica, abrangência e qualidade global dos pedidos de patente universitários efetuados no EPO nas subclasses A61K e G01N?

Neste ponto, tal como explicado na metodologia, irá ser analisada apenas a qualidade das patentes publicadas/concedidas no EPO por quatro universidades no período entre 2004-2015, nas subclasses A61K e G01N, utilizando três indicadores que são o número de citações recebidas por uma patente, o número de famílias de patentes e a taxa de concessão. As universidades selecionadas, em representação de diferentes regiões do mundo, foram a *Johns Hopkins University* (EUA), a Universidade de Heidelberg (DE), a *Peking University* (CN) e a *Kyoto University* (JP). A *Johns Hopkins University* é uma universidade privada dos EUA fundada em 1876 que desde a sua fundação deu muita importância à investigação académica, sendo considerada uma das instituições de pesquisa mais relevantes do mundo. Destacam-se as suas faculdades de engenharia e medicina. Relativamente à Universidade de Heidelberg, esta é uma universidade pública alemã fundada em 1386, sendo uma das mais prestigiadas e a mais antiga do país. É constituída por 12 faculdades e é uma das universidades Europeias mais fortes em investigação, possuindo 26 centros colaborativos de investigação e 12 unidades de investigação. No que se refere à *Peking University*, fundada em 1898, esta é considerada uma das mais prestigiadas do país, desempenhando um papel relevante na modernização da China. Faz parte dela, o *Health Science Center* que desenvolve investigação no campo da bio-medecina, nomeadamente medicina básica, pública e preventiva e saúde pública. Por fim, a *Kyoto University* é a segunda mais antiga do Japão (fundada em 1897) e uma das com maior prestígio. Esta universidade possui 10 faculdades, 18 escolas de graduação, 13 institutos de investigação e 22 centros de educação e investigação. As áreas de investigação com maior destaque são animais e tecnologia, desenvolvimento de células germinativas e astronomia.

Relativamente à importância tecnológica das patentes expressa pelo número de citações que estas recebem verifica-se, pela análise das tabelas VI e VII, que a universidade com o maior número de citações e com a maior intensidade de citações, tanto na subclasse A61K como G01N, é a *Kyoto University*. Esta universidade possui quase o dobro das citações recebidas pela *Johns Hopkins University*, que aparece em segundo lugar na

subclasse A61K, e quase o triplo na subclasse G01N, apesar do seu número de pedidos ser bastante inferior ao dos pedidos da universidade dos EUA. As patentes desta universidade Japonesa são citadas não só por requerentes Japoneses (incluindo os próprios), mas também de outros países Asiáticos (China, República da Coreia e Hong-Kong), dos EUA e de vários países Europeus, o que representa também uma diferença face às citações recebidas pelas patentes da universidade dos EUA, que são maioritariamente de reuentes com a mesma nacionalidade. Apesar da percentagem de auto-citações¹³ da universidade Japonesa, na subclasse A61K, ser muito superior à da universidade dos EUA, 29,78% versus 9,71%, considera-se que este facto não parece ser o motivo para a grande diferença verificada em termos de número total de citações entre as duas universidades, uma vez que na subclasse G01N, a universidade Japonesa continua a ser líder em número de citações, apesar de apresentar a percentagem de auto-citações mais baixa.

TABELA VI
Número de citações recebidas pelos pedidos EP e intensidade dessas citações na subclasse A61K.

Número de citações recebidas pelos pedidos EP e intensidade dessas citações na subclasse A61K.																		
	A61K													Total 2004-2015				
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Pedidos	Citações	Intensidade	Citações	Auto-citações (%)	
Johns Hopkins Univ.	12	4	3	2	11	34	5	13	5	8	3	3	308	103		0,33	9,71%	
Heidelberg Univ.	2	4	6	17	1	4	5	3	11	4	2	4	88	63		0,72	17,46%	
Peking Univ.	0					1	2		0	1	1	2	18	7		0,39	14,29%	
Kyoto Univ.	1	2	4	22	10	29	32	14	14	15	22	13	87	178		2,05	29,78%	

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC e ESPACENET.

TABELA VII
Número de citações recebidas pelos pedidos EP e intensidade dessas citações na subclasse G01N.

Número de citações recebidas pelos pedidos EP e intensidade dessas citações na subclasse G01N.																	
	G01N														Total 2004-2015		
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Pedidos	Citações	Intensidade	Citações	Auto-citações
Johns Hopkins Univ.	20	2	0	0	7	6	3	1	0	4	0	4	140	47		0,34	27,66%
Heidelberg Univ.	5	10	10	0	5	10	1	5	0	1	5	1	57	53		0,93	22,64%
Peking Univ.		0				0	1		0			0	6	1		0,17	100,00%
Kyoto Univ.			1	17	41	21	23	3	5	2	0	5	69	118		1,71	9,32%

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC e ESPACENET.

Adicionalmente, a Universidade de Heidelberg (DE) apesar de possuir um menor número de citações que a universidade dos EUA, 63 face às 103 citações, na subclasse A61K, apresenta em relação a essa universidade uma maior intensidade de citações em ambas as subclasse analisadas.

A *Peking University* é a que apresenta o número de citações mais baixo, tanto na subclasse A61K como G01N. Contudo, o facto de a universidade Chinesa apresentar tanto um baixo número de citações como uma baixa intensidade não parece ser específico destas subclasse, uma vez que esta evidência foi também verificada para as

¹³ Neste trabalho considerou-se auto-citações, como citações realizadas pelos mesmos requerentes.

universidades Chinesas no estudo realizado por Fisch *et al* (2015), no qual estavam incluídos todos os campos técnicos.

Verifica-se ainda que as patentes da *Kyoto University* publicadas em 2014 e 2015, na subclasse A61K, apesar de serem as mais recentes, já apresentam um número considerável de citações, se compararmos com as patentes publicadas pela mesma universidade entre 2004-2006 que apresentam valores mais baixos apesar de serem mais antigas e como tal terem um tempo mais longo de possíveis citações, como referiu Sapsalis *et al* (2006). Assim, segundo Lanjou & Schankerman (2004), este facto parece mostrar que houve um reconhecimento rápido da importância dessas invenções mais recentes e a presença de outros a trabalharem em invenções relacionadas. Comparando ainda as duas subclasses verifica-se que o número de citações na A61K é superior ao da G01N para todas as universidades, contudo, na *Johns Hopkins University* e na Universidade de Heidelberg a intensidade de citações na G01N é superior, apesar do número de pedidos desta subclasse ser inferior.

No que se refere à abrangência geográfica das patentes das universidades em estudo, destaca-se a *Johns Hopkins University* que possui tanto o maior número de famílias como o maior tamanho médio por família em ambas as subclasses. Relativamente à subclasse A61K, o número de famílias da universidade dos EUA é cerca de cinco vezes superior ao da Universidade de Heidelberg, que aparece em segundo lugar, e 32 vezes superior ao da universidade Chinesa, que aparece em último lugar (tabela VIII). No caso da subclasse G01N, a diferença face à universidade posicionada em segundo lugar (*Kyoto University*) é de 983 famílias e em relação à universidade Chinesa é de 1367 famílias (tabela IX).

TABELA VIII
Número e Tamanho médio das famílias de patentes dos pedidos EP na subclasse A61K.

	A61K													Total 2004-2015		
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Pedidos	Famílias	Tamanho	Médio Família
<i>Johns Hopkins Univ.</i>	325	346	165	245	450	238	180	466	277	491	228	211	308	3622		11,76
<i>Heidelberg Univ.</i>	18	58	32	13	5	67	71	32	114	107	66	76	88	659		7,49
<i>Peking Univ.</i>	12					5	13		5	28	36	13	18	112		6,22
<i>Kyoto Univ.</i>	8	5	12	61	29	42	59	42	57	68	62	61	87	506		5,82

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC e ESPACENET.

TABELA IX
Número e Tamanho médio das famílias de patentes dos pedidos EP na subclasse G01N.

	G01N													Total 2004-2015		
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Pedidos	Famílias	Tamanho	Médio Família
<i>Johns Hopkins Univ.</i>	245	237	54	65	78	77	71	236	58	85	61	141	140	1408		10,06
<i>Heidelberg Univ.</i>	14	10	23	12	13	30	27	112	21	28	72	53	57	415		7,28
<i>Peking Univ.</i>		11				6	11		5			8	6	41		6,83
<i>Kyoto Univ.</i>			11	19	37	24	65	57	41	68	51	52	69	425		6,16

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC e ESPACENET.

Esta maior propensão da universidade dos EUA de apresentar vários pedidos de patente para a mesma invenção em diferentes jurisdições parece espectável tendo em conta a longa prática das universidades dos EUA em patentear as suas invenções e a orientar a sua investigação mais para o mercado, e com isto receber mais incentivos para investir num maior número de mercados.

Mais uma vez, das quatro universidades, a universidade Chinesa é a que apresenta resultados mais baixos em termos de número de famílias, apesar de apresentar um tamanho médio de família superior ao da universidade Japonesa. O facto de a universidade Chinesa apresentar tamanhos médios de família baixos está de acordo com o que foi referido por Fisch et al (2015) e com o estudo de Fisch et al (2014) que mostrou que, à exceção dos pedidos internacionais, 99% dos pedidos Chineses tinham sido submetidos apenas na China.

Por fim, analisando a taxa de concessão destas universidades na subclasse A61K destacam-se a *Peking University*, a Universidade de Heidelberg e a *Kyoto University* com taxas de concessão acima dos 50%, ou seja 66,67%, 55,95% e 53,85%, respetivamente. Relativamente, à subclasse G01N apenas a *Peking University* apresenta uma taxa de concessão de 50%, as restantes apresentam taxas abaixo dos 50%. Estes resultados, em termos de concessão, são contrários aos que põem em causa a qualidade das patentes Chinesas (Fisch et al, 2014).

A *Johns Hopkins University* apresenta uma taxa de concessão bastante baixa, tanto na subclasse A61K como G01N, ou seja apenas 35,42% e 37,88%, respetivamente, apesar de ter sido a universidade que apresentou mais pedidos de patente. Somente no ano de 2004 (A61K) e 2009 (G01N) esta universidade apresentou uma taxa de concessão acima dos 50%. Assim, o número de pedidos não parece ter influência na taxa de concessão, o que é corroborado pelo facto de a universidade com menos pedidos de patentes, ser a universidade que apresenta a maior taxa de concessão, em ambas as subclasses.

TABELA X
Taxa de concessão de patentes EP na subclasse A61K.

	A61K												Total 2004-2015		
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Pedidos	Concessões	Taxa
<i>Johns Hopkins Univ.</i>	53,57%	25%	26,67%	22,58%	29,41%	27,78%	44,44%	35,48%	39,13%	47,83%	45,00%	31,58%	288	102	35,42%
<i>Heidelberg Univ.</i>	0,00%	42,86%	60,00%	50,00%	0,00%	71,43%	57,14%	60,00%	53,85%	76,92%	60,00%	44,44%	84	47	55,95%
<i>Peking Univ.</i>	100,00%					100,00%	0,00%		100,00%	75,00%	100,00%	50,00%	15	10	66,67%
<i>Kyoto Univ.</i>	100,00%	0,00%	0,00%	44,44%	40,00%	14,29%	44,44%	33,33%	66,67%	81,82%	72,73%	71,43%	78	42	53,85%

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC, ESPACENET e REGISTER.

TABELA XI
Taxa de concessão de patentes EP na subclasse G01N.

	G01N												Total 2004-2015		
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Pedidos	Concessões	Taxa
<i>Johns Hopkins Univ.</i>	40,00%	30,43%	40,00%	30,00%	33,33%	62,50%	42,86%	42,86%	18,18%	50,00%	50,00%	33,33%	132	50	37,88%
<i>Heidelberg Univ.</i>	33,33%	0,00%	20,00%	66,67%	66,67%	33,33%	50,00%	10,00%	100,00%	60,00%	66,67%	66,67%	56	25	44,64%
<i>Peking Univ.</i>		100,00%				100,00%	100,00%		0,00%			0,00%	6	3	50,00%
<i>Kyoto Univ.</i>			0,00%	25,00%	40,00%	20,00%	57,14%	20,00%	50,00%	69,23%	62,50%	44,44%	64	30	46,88%

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC, ESPACENET e REGISTER.

A baixa taxa de concessão associada aos pedidos da universidade dos EUA não parece estar relacionada com o facto de a sua nacionalidade ser diferente da do instituto de patentes, uma vez que a universidade Chinesa, que também não tem a mesma nacionalidade, é a que apresenta a maior taxa de concessão e a universidade Japonesa apresenta níveis de concessão idênticos à universidade Alemã, nas duas subclasses.

Em termos gerais, as taxas de concessão obtidas, em ambas as subclasses, não foram muito altas, apesar de terem sido superiores na subclasse A61K. O estudo de Jensen *et al* (2008) mostrou que no EPO, por um lado as taxas de concessão variam consoante a área tecnológica dos pedidos, existindo áreas mais difíceis de patentear, nomeadamente a área da biotecnologia e dos medicamentos (produtos farmacêuticos), e por outro lado, essas taxas de concessão são inferiores às do USPTO em todas as áreas técnicas, para pedidos equivalentes. Estes factos podem ser a explicação para as taxas de concessão não muito altas obtidas, já que uma das subclasses analisada é a A61K que pertence ao campo tecnológico “produtos farmacêuticos” e o instituto de análise é o EPO.

De seguida irá ser feita uma análise da influência da co-requerência nos indicadores em estudo. Neste âmbito, verifica-se que a maior percentagem dos pedidos da Universidade de Heidelberg e da *Kyoto University* foram feitos em co-requerência, em ambas as subclasses, ao contrário da *Johns Hopkins University* e *Peking University* que apresentaram a maior parte dos pedidos, sozinhas (tabela XII). À exceção da *Johns Hopkins University* e *Peking University* na subclasse G01N, a média das famílias é sempre superior quando os pedidos são apresentados com co-requerência, o que parece expectável. Uma vez que proteger uma invenção em diferentes jurisdições acarreta custos elevados, a existência de vários requerentes irá permitir uma divisão dos gastos e desta forma influenciar de forma positiva a seleção do número e dos mercados em que se pretende obter proteção. Apesar de Gay *et al* (2005) (citado em Acosta *et al*, 2012) referirem que a taxa de citações é mais alta quando existe co-requerência, isto não se verificou em todos os casos. Relativamente à taxa de concessão, na subclasse A61K, à exceção da Universidade de Heidelberg, esta é superior nos pedidos com co-

requerência. Também na subclasse G01N, verifica-se que a taxa de concessão de pedidos feitos em colaboração é superior em duas das universidades e igual numa. Estes resultados parecem mostrar que a co-requerência influencia positivamente a concessão de uma patente.

TABELA XII

Análise da co-requerência nos pedidos EP efetuados nas subclasses A61K e G01N.

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC, ESPACENET e REGISTER.

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPBC, ESPACENET e REGISTEX.													
A61K						G01N							
	Co-requerência	% Pedidos	Média citações	Média famílias	% Concessão		Co-requerência	% Pedidos	Média citações	Média famílias	% Concessão		
Johns Hopkins Univ.	sim	95	30,84%	0,22	16,53	35,87%	Johns Hopkins Univ.	sim	36	25,71%	0,50	9,33	51,52%
	não	213	69,16%	0,38	9,63	35,20%		não	104	74,29%	0,28	10,31	33,33%
	total	308						total					
Heidelberg Univ.	sim	60	68,18%	0,88	8,13	53,33%	Heidelberg Univ.	sim	40	70,18%	0,65	8,05	46,15%
	não	28	31,82%	0,36	6,11	62,50%		não	17	29,82%	1,59	5,47	41,18%
	total	88						total	57				
Peking Univ.	sim	5	27,78%	0,20	7,40	100,00%	Peking Univ.	sim	2	33,33%	0,00	5,50	50,00%
	não	13	72,22%	0,46	5,77	54,55%		não	4	66,67%	0,25	7,50	50,00%
	total	18						total	6				
Kyoto Univ.	sim	61	70,11%	2,43	6,00	55,77%	Kyoto Univ.	sim	39	56,52%	2,13	7,31	44,44%
	não	26	29,89%	1,15	5,38	50,00%		não	30	43,48%	1,17	4,67	50,00%
	total	87						total	69				

Por fim, analisando a qualidade global dos pedidos EP das quatro universidades, verifica-se que apesar de existirem diferenças entre as subclasses A61K (sector química: farmacêutica) e G01N (sector instrumentos: medições) nos três indicadores analisados, os valores obtidos no indicador de síntese, o qual foi calculado como explicado na secção da Metodologia, são semelhantes, sendo que a universidade cujos pedidos apresentam maior qualidade foi a *Kyoto University*, que é a única que apresenta valores positivos neste indicador (tabelaXIII).

Em segundo lugar, temos os pedidos da Universidade de Heidelberg, seguidos pelos da *Peking University* e em último lugar os da *Johns Hopkins University*. Consta-se também que, à exceção da *Peking University*, os valores do indicador de síntese são superiores na subclasse G01N.

TABELA XIII
Indicador de síntese

A61K							
	Intensidade Citações	N Int citações	Dimensão Média Família	N Dimensão Média Família	Taxa Concessão	N Taxa Concessão	Indicador de síntese
Johns Hopkins Univ.	0,33	-0,67	11,76	1,45	35,42%	-1,35	-0,58
Heidelberg Univ.	0,72	-0,19	7,49	-0,12	55,95%	0,23	-0,09
Peking Univ.	0,39	-0,60	6,22	-0,59	66,67%	1,06	-0,13
Kyoto Univ.	2,05	1,47	5,82	-0,74	53,85%	0,07	0,80
Média	0,87		7,82		52,97%		
Desvio padrão	0,80		2,72		12,98%		
G01N							
	Intensidade Citações	N Int Citações	Dimensão Média Família	N Dimensão Média Família	Taxa Concessão	N Taxa Concessão	Indicador de Síntese
Johns Hopkins Univ.	0,34	-0,64	10,06	1,44	37,88%	-1,36	-0,56
Heidelberg Univ.	0,93	0,21	7,28	-0,18	44,64%	-0,04	-0,01
Peking Univ.	0,17	-0,89	6,83	-0,44	50,00%	1,00	-0,32
Kyoto Univ.	1,71	1,32	6,16	-0,83	46,88%	0,39	0,89
Média	0,79		7,58		44,85%		
Desvio padrão	0,70		1,71		5,14%		

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC, ESPACENET e REGISTER.

5. CONCLUSÕES

O aumento da atividade de patenteamento das universidades, fazendo algumas delas já parte dos principais requerentes a nível mundial, justifica o desenvolvimento de uma

primeira análise exploratória sobre as áreas técnicas resultantes dessa atividade e uma comparação com as da atividade global, de modo a contribuir para o desenvolvimento da literatura nesta área.

Os resultados obtidos mostram o papel ativo deste tipo de requerente (universidades) no patenteamento global, especificamente, do grupo de universidades selecionadas para este estudo, cujos pedidos EP e US, no período em análise, apresentam TMCA superiores às dos pedidos totais correspondentes.

Verificou-se também que os pedidos US universitários são mais do triplo dos pedidos EP universitários, sendo que em apenas 13 das 95 universidades analisadas, todas Europeias, o número de pedidos EP é superior e que, agrupando as universidades pelo seu país/região, à exceção das universidades Europeias, todas as outras apresentam em média mais pedidos US. Isto mostra que o mercado dos EUA é mais atrativo que o Europeu para proteger invenções, o que está de acordo Mahmood & Singh (2003), que descreve o mercado dos EUA como sendo o maior e mais desenvolvido tecnologicamente.

Apesar das universidades dos EUA em estudo serem as que apresentam em média mais pedidos US, o que pode ser influenciado pelo “*Home advantage effect*”, as universidades Chinesas estão a aproximar-se, o que parece confirmar o que é referido na literatura que as universidades Chinesas têm contribuído para o aumento do patenteamento Chinês, fazendo parte dos principais requerentes Chineses no SIPO, e para o objetivo definido de quadruplicar os seus pedidos de patente entre 2010 e 2020, (Fisch et al, 2014, 2015). Para além disso, duas das três universidades Chinesas que mais contribuíram para a média (*Tsinghua University* e *Peking University*) foram as que receberam, no passado, fundos Chineses para promover investigação de excelência (Fisch et al, 2014). Também as universidades Japonesas, em estudo, são as que apresentam em média mais pedidos EP e as terceiras relativamente a pedidos US, o que demonstra que o Japão continua a ser um requerente importante. Por outro lado, as universidades Europeias são das que apresentam valores médios de pedidos, tanto EP como US, mais baixos, o que parece vir a confirmar o problema do paradoxo Europeu, apesar de todas as medidas implementadas pelos decisores políticos para ultrapassar o mesmo, o que está possivelmente relacionado com a heterogeneidade das universidades de cada país e pela baixa cultura de PI em alguns países da Europa quando comparada

com por exemplo a dos EUA. Contudo, estes valores podem estar influenciados negativamente pelo facto de nem todos os pedidos universitários Europeus serem pedidos em nome da universidade, sendo esta uma das limitações identificadas neste estudo. Outra das limitações está relacionada com os nomes utilizados por cada universidade para solicitar os pedidos, que nem sempre é o mesmo, o que pode comprometer a exatidão dos resultados obtidos, apesar do cuidado que se teve em contemplar diferentes variações do nome da cada universidade.

As principais áreas técnicas resultantes da atividade de patenteamento universitário, junto ao EPO e USPTO, que foram as mesmas, incluem a química, que engloba a biotecnologia e farmácia, a física e a eletricidade, o que parece expectável já que segundo Nelson (2005) a química e a engenharia elétrica desenvolveram-se, em grande parte, como áreas científicas nas universidades, apesar das diferenças em termos de universidades líderes em cada uma dessas áreas. Estes resultados também estão de acordo com a literatura que refere estas áreas como as mais propensas a serem patenteadas pelas universidades, já que têm uma natureza mais aplicada. As diferenças verificadas em termos de lugares de pódio do Top 10 das subclasses dos pedidos EP e US universitários parecem estar relacionadas não só com os principais requerentes universitários de cada instituto mas também com a especialização científica desses requerentes, já que existem especializações específicas de cada país, por exemplo a China é líder nas áreas das baterias e semicondutores enquanto que os EUA dominam na química e nalguma biotecnologia (Okoshi, 2019), daí as universidades Chinesas que têm preferência pelo mercado dos EUA, serem as únicas a ocuparem o pódio na subclasse H01L nos pedidos US. Também, o facto de a universidade Oxford ser líder na subclasse G01N está de acordo com o estudo de Lissoni (2012) que mostrou que o campo tecnológico medições & instrumentos é um dos mais patenteados pelas universidades Europeias, destacando-se, com uma maior percentagem, as universidades do UK. Para além disso, a maioria das subclasses correspondentes a estas áreas continuam a crescer, em ambos os institutos, sendo esse crescimento maior nos pedidos EP em todas as subclasses, à exceção da H01L, apesar de as mesmas aparecerem menos vezes nesses pedidos.

Relativamente aos campos tecnológicos resultantes do patenteamento universitário pode-se dizer que existe alguma correspondência ou tentativa de convergência entre estes e os campos resultantes do patenteamento EP global, primeiro, porque os campos

correspondentes ao Top 10 das subclasses IPC dos pedidos EP universitários estão todos incluídos no Top 10 dos campos tecnológicos do patenteamento EP global, à exceção do campo “semicondutores, o qual também apresentou um crescimento negativo nos pedidos universitários, e segundo, porque quase todos os campos que estão a crescer acima da média no patenteamento global estão a crescer no patenteamento universitário mas com TMCA muito superiores. Contudo, também existem algumas diferenças entre o patenteamento universitário e global, não tanto ao nível dos sectores tecnológicos que mais cresceram, que foram os mesmos, mas sim dos seus campos tecnológicos. Para além disso, um dos sectores tecnológicos que mais cresceu, “Engenharia mecânica”, não fazia parte dos sectores tecnológicos com mais peso no patenteamento universitário, e os restantes campos tecnológicos que mais cresceram, apesar de pertencerem a sectores identificados como os mais importantes nos pedidos universitários, não eram os mesmos, podendo-se destacar o campo “Controlo” (sector: instrumentos) que apresentou a mais alta TMCA nos pedidos universitários e a 3ª maior nos pedidos globais. Isto parece mostrar uma alteração em termos de áreas de investigação ou pelo menos diferentes especializações dentro de uma área técnica e refletir uma preocupação das universidades em orientar a sua investigação mais para o mercado.

Com este estudo que tem uma natureza predominantemente exploratória, não é possível concluir se a qualidade global dos pedidos EP das universidades analisadas é uma característica específica dessa universidade ou de todas as universidades que pertençam ao mesmo país/região. Contudo, é possível verificar que existem diferenças entre as universidades e entre as subclasses IPC analisadas, nos três indicadores analisados, apesar da conclusão final ter sido a mesma, ou seja a universidade cujos pedidos EP apresentaram uma maior qualidade global foi a Japonesa. Apesar da grande tradição e cultura de PI das universidades dos EUA, a *Johns Hopkins University* foi a que apresentou no indicador de síntese a qualidade global mais baixa, tanto na subclasse A61K como G01N, apresentando também as taxas de concessão mais baixas, apesar de ser a universidade com o maior número de pedidos e com o maior número de famílias, sendo que estas taxas baixas não parecem estar relacionadas com o país da universidade. Assim, uma possível explicação pode estar relacionada com o facto de os investigadores das universidades dos EUA terem uma grande pressão para patentear os resultados do seu trabalho, já que o número de patentes é utilizado como indicador para avaliar o seu

desempenho, o que pode conduzir a uma diminuição do número de patentes de elevado carácter inovador.

Tal como Fisch et al (2015), verificou-se que o número de pedidos não parece ter influência na taxa de concessão. Contudo, um fator que pareceu influenciar positivamente a taxa de concessão foi a presença de co-requerência.

Apesar de a literatura referir que a qualidade das patentes Chinesas não tem acompanhado o aumento em quantidade, verificou-se que a universidade Chinesa analisada foi a que apresentou as taxas de concessão mais altas, em ambas as subclasses. E apesar de continuar a apresentar um número baixo de citações, que pode estar relacionado com a perceção geral da qualidade das patentes deste país, e uma qualidade global baixa, apesar de na subclasse A61K estar muito próxima da Universidade Europeia, superou a universidade dos EUA. Para estes resultados pode ter contribuído o programa de incentivos Chinês para promover investigação de excelência nas universidades, o qual segundo Fisch et al (2014) é um promotor da qualidade das patentes.

Apesar das limitações identificadas neste estudo, o mesmo pode ser útil para as universidades, principalmente para os gabinetes de apoio de PI ou gabinetes de transferência tecnológica existentes nas universidades, as quais poderão usá-lo no seu planeamento tecnológico, mas também para os decisores políticos, de modo a apoiar projetos que incentivem a interação universidade - indústria que tem um papel chave numa economia baseada em conhecimento (Wang & Guan, 2010).

Para além disso, considera-se que um desdobramento do trabalho aqui iniciado pode ser feito no sentido de incluir não só mais universidades e subclasses IPC mas também mais indicadores no estudo da qualidade das suas patentes, permitindo assim retirar um maior número de conclusões.

6. BIBLIOGRAFIA

Abbas, A., Zhang, L. & Khan, S.U. (2014). A literature review on the state-of-the-art in patent analysis. *World Patent Information* 37, 3-13.

Acosta, M., Coronado, D. & Martínez, M. A. (2012). Spatial differences in the quality of university patenting: Do regions matter? *Research Policy* 41, 692-703.

Arqué - Castells, P., Cartaxo, R. M., García-Quevedo, J. & Godinho, M. M. (2016). Royalty sharing effort and invention in universities: Evidence from Portugal and Spain. *Research Policy* 45, 1858-1872.

Arrow, K. J. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In the rate and direction of inventive activity: Economic and social factors. Edited by R.R. Nelson. Princeton University press.

Baldini, N. (2009). Implementing Bayh–Dole-like laws: Faculty problems and their impact on university patenting activity. *Research Policy* 38, 1217-1224.

Baldini, N. (2010). Do royalties really foster university patenting activity? An answer from Italy. *Technovation* 30, 109-116.

Bok, D. (2003). Universities in the marketplace. The commercialization of higher education. Princeton University press.

Cartaxo, R. M. & Godinho, M. M. (2017). How institutional nature and available resources determine the performance of technology transfer offices. *Industry and Innovation*, 1-22.

Cervantes, M. (2004). Academic Patenting: How Universities and Public Research Organizations are using their Intellectual Property to Boost Research and Spur Innovative Start-ups. WIPO. Disponível em:

<https://www.wipo.int/sme/en/archive.jsp?cat=research%20development>

Chang, P-L., Wu, C-C. & Leu, H-J. (2012). Investigation of technological trends in flexible display fabrication through patent analysis. *Displays* 33, 68-73.

Chukumba, C. & Jensen, R. (2005). University invention, entrepreneurship and start-ups, NBER, working paper nº 11475, Cambridge MA.

Código da Propriedade Industrial (1ª edição). (2018).

Conti, A. & Gaulé, P. (2009). Are the US outperforming Europe in university technology licensing? A new perspective on the European paradox. *College of management of technology*, 1-29.

Crespi, G., D'este, P., Fontana, R. & Geuna, A. (2011). The impact of academic patenting on university research and its transfer. *Research Policy* 40, 55-68.

Czarnitzki, D., Glanzel, W. & Hussinger, K. (2009). Heterogeneity of patenting activity

and its implications for scientific research. *Research Policy* 38, 26-34.

Daim, T.U., Rueda, G., Martin, H., & Gertsch, P. (2006). Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis. *Technological Forecasting & Social Change* 73, 981 - 1012.

Dechezleprêtre, A., Ménérier, Y. & Mohnen, M. (2017). International patent families: from application strategies to statistical indicators. *Scientometrics* 111, 793-828.

Dundas, N. (2012). Research intensity and knowledge transfer activity in UK universities. *Research Policy* 41, 262-275.

Etzkowitz, H. (2002). *MIT and the Rise of Entrepreneurial Science*. Routledge.

Fisch, C. O., Block, J. H. & Sandner, P. G. (2014). Chinese university patents: quantity, quality, and the role of subsidy programs. *J. Technol Transfer* 41, 60-84.

Fisch, C. O., Hassel, T. M. & Sandner, P. G. (2015). University patenting: a comparison of 300 leading universities worldwide. *J. Technol Transfer* 40, 318-345.

Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: lessons from Japan*. Pinter.

Gay, C., Le Bas, C., Patel, P. & Touach, K. (2005). The determinants of patent citations: an empirical analysis of French and British patents in the US. *Economics of Innovation & New technology* 14, 339-350.

Geuna, A. & Rossi, F. (2011). Changes to university IPR regulations in Europe and the impact on academic patenting. *Research Policy* 40, 1068-1076.

Godinho, M. M., & Caraça, J.M.G. (1988). Inovação tecnológica e difusão no contexto de economias de desenvolvimento intermédio. *Análise social*, XXIV, 929-962.

Godinho, M.M. (2007). Indicadores de C&T, inovação e conhecimento: onde estamos? Para onde vamos? *Análise Social* 42 (182), 239-274.

Guerrini, C. J. (2014). Defining Patent Quality. *Fordham law review* / edited by Fordham law students 82 (6), 3091-3141.

Hall, B., Jaffe, A. & Trajtenberg, M. (2005). Market value and patent citations. *RAND Journal of Economics* 36 (1), 16-38.

Henderson, R., Trajtenberg, M. & Jaffe, A. (1998). *Universities as a Source of*

Commercial Technology: A Detailed Analysis of University Patenting, 1965 – 1988. *Review of Economics and Statistics* 80, 119-127.

Jain, S., George, G. & Maltarich, M. (2009). Academics or entrepreneurs? Investigating role identity modification of university scientists involved in commercialization activity. *Research Policy* 38, 922-935.

Jensen, P. H., Palangkaraya, A. & Webster, E. (2008). Application pendency times and outcomes across four patent offices. Intellectual Property Research Institute of Australia. Working Paper nº 01/08. ISSN 1447-2317.

Kitch, E. W. (1977). The nature and function of the patent system. *Journal of Law and Economics*, vol. 20, 265-290.

Lages, P. (2016). Análise de patentes nas classes G06 e H04 nos principais institutos de patentes mundiais: enfoque nas empresas tecnológicas mais dinâmicas. ISEG.

Lanjouw, J. O. & Schankerman, M. (2004). Patent quality and research productivity: measuring innovation with multiple indicators. *The Economic Journal*, 114, 441-465.

Lemley, M. A. (2007). Are Universities patent trolls? *Research gate*, 611-631.

Levin, R. C., Klevorick, A. K., Nelson, R.R. & Winter, S.G.(1987). Appropriating the Returns from Industrial Research and Development. *Brookings Papers on Economic Activity* 3, 783-831.

Lissoni, F. (2012). Academic patenting in Europe: an overview of recent research and new perspectives. *World Patent Information* 34, 197-205.

Mahmood, I. P. & Singh, J. (2003). Technological dynamism in Asia. *Research Policy* 32, 1031 –1054.

Marzal, J. & Tortajada-Esparza, E. (2007). Innovation assessment in traditional industries. A proposal of aesthetic innovation indicators. *Scientometrics* 72 (1), 33–57 .

Mowery, D. C. & Sampat, B. N. (2004). Universities in National Innovation Systems. *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford and New York: Oxford University Press.

Mowery, D.C. & Ziedonis, A. A. (2002). Academic patent quality and quantity before and after the Bayh–Dole act in the United States. *Research Policy* 31, 399 – 418.

Nelson, R. D. & Mazzoleni, R. (1996). Economic Theories about the costs and benefits of patents - Intellectual Property Rights and the Dissemination of Research Tools in Molecular Biology. Summary of a Workshop Held at the National Academy of Sciences. Disponível em: <https://www.nap.edu/read/5758/chapter/4> [Acesso em 01.04.2019]

Nelson, R. R. (2005). Technology, Institutions and Economic growth. Harvard University press.

NUBS. (2003). UK university commercialisation survey: financial year 2002, AURIL-Nottingham University Business School (NUBS)-ÚNICO.

Okoshi, Y. (2019). China's research papers lead the world in cutting-edge tech. Disponível em: <https://asia.nikkei.com/Business/China-tech/China-s-research-papers-lead-the-world-in-cutting-edge-tech> [Acesso em 10.09.2019]

OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (2003) Turning science into Business. Patenting and Licensing at Public Research Organizations. OECD Publications, Paris.

OECD (2009). OECD Patent Statistics Manual. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-patent-statistics-manual_9789264056442-en [Acesso em 01.04.2019]

Pavitt, K. (1988). Uses and abuses of patent statistics. Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology, 509-536.

Ryan, C. J. & Frye, B. L. (2018). An Empirical study of university patent activity. JIPEL, vol. 7, 1-22.

Sampat, B. N., Mowery, D. C. & Ziedonis, A. A. (2003). Changes in university patent quality after the Bayh-Dole act: a re-examination. International Journal of Industrial Organization 21, 1371-1390.

Sapsalis, E., Potterie, B. P. & Navon, R. (2006). Academic versus industry patenting: an in-depth analysis of what determines patent value. Research Policy 35, 1631-1645.

Schankerman, M. & Pakes, A. (1986). Estimates of the value of patent rights in European countries during the post-1950 period. Economic Journal 96, 1052-1076.

Schmoch, U. (2008). Concept of a technology classification for country comparisons.

Final Report to the World Intellectual Property Organisation (WIPO).

Squicciarini, M., Criscuolo, C. & Dernis, H. (2013). Measuring Patent Quality: Indicators of Technological and Economic Value. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282877216_Measuring_Patent_Quality_Indicators_of_Technological_and_Economic_Value [Acesso em 01.04.2019]

Stokes, D. E. (1997) Pasteur's Quadrant: Basic Science and technological innovation. Brookings Institution Press. Washington, D.C.

Strasbourg Agreement concerning the International Patent Classification (1971 modificado em 1979).

Thursby, J., Fuller, A. W. & Thursby, M. (2009). US faculty patenting: inside and outside the university. Research policy 38, 14-25.

Tseng, F-M., Hsieh, C-H., Peng, Y-N. & Chu, Y-W. (2011). Using patent data to analyze trends and the technological strategies of the amorphous silicon thin-film solar cell industry. Technological Forecasting & Social Change 78, 332-345.

Walsh, J. P. & Huang, H. (2014). Local context, academic entrepreneurship and open science: Publication secrecy and commercial activity among Japanese and US scientists. Research Policy 43, 245-260.

Wang, G. & Guan, J. (2010). The role of patenting activity for scientific research: a study of academic inventors from China's nanotechnology. Journal of Informetrics 4, 338-350.

Weckowska, D., Molas-Gallart, J., Tang, P., Twigg, D., Castro-Martinez, E., Kijenska-Dabrowska, I., Libaers, D., Debackere, K. & Meyer, M. (2015). University patenting and technology commercialization-legal frameworks and the importance of local practice. Sussex research online, 1-35.

World Intellectual Property Organization (WIPO) (2014). Patent Cooperation Treaty Yearly Review- The International Patent System. Economics & Statistics Series. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/patents/901/wipo_pub_901_2014.pdf [Acesso em 01.04.2019]

World Intellectual Property Organization (WIPO) (2017). World Intellectual Property Indicators. Disponível em:

https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2017.pdf [Acesso em 01.04.2019]

World Intellectual Property Organization (WIPO) (2019). Patent Cooperation Treaty Yearly Review 2019 - The International Patent System. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_901_2019.pdf

Zuniga, P. (2011). The state of patenting at research institutions in developing countries: policy approaches and practices. Wipo Economic research working papers, 1-95. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_econstat_wp_4.pdf [Acesso em 1.06.2019]

ANEXOS

Anexo I- Patenteamento Universitário

TABELA XIV

Pedidos EP e US, publicados entre 2010 e 2018, das 95 universidades.

Universidades	País	Nº Patentes US	Nº Patentes EP
Univ. Harvard	US	1892	689
Stanford University	US	2533	504
University of California, Berkeley, Los Angeles, San Diego, San Francisco, Santa Barbara, Irvine, Davis	US	6690	1670
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	US	3792	702
University of Cambridge	UK	322	259
California Institute of Technology	US	1853	325
Princeton University	US	472	119
COLUMBIA university	US	1417	342
University of Chicago	US	840	122
University of Oxford	UK	555	448
University of Yale	US	690	211
Cornell University	US	1207	325
University of Pennsylvania	US	1321	426
University of Washington	US	1657	391
The Johns Hopkins University	US	2191	482
University College London	UK	317	271
The University of Tokyo	JP	1365	812
Swiss Federal Institute of Technology Zurich	CH	314	409
University of Wisconsin - Madison	US	1612	228
University of Michigan - Ann Arbor	US	1473	353
The Imperial College of Science, Technology and Medicine	UK	354	301
University of Toronto	CA	266	125
Kyoto University	JP	716	460
University of Illinois at Urbana-Champaign	US	1041	174
New York University	US	915	143
Northwestern University	US	1201	143
University of Minnesota, Twin Cities	US	926	191
Washington University in St. Louis	US	56	15
Duke University	US	1011	272
Rockefeller University	US	241	87
University of Colorado at Boulder	US	692	219
University of British Columbia	CA	430	184
The University of Texas at Austin/The University of Texas Southwestern Medical Center at Dallas/Texas system	US	2868	644
Pierre and Marie Curie University - Paris 6	FR	213	277
University of Copenhagen	DI	63	61
The University of Manchester	UK	150	130
University of North Carolina at Chapel Hill	US	662	206
University of Maryland, College Park	US	799	219
University of Paris Sud (Paris 11)	FR	197	216
Karolinska Institute	SE	14	11
Vanderbilt University	US	633	164
University of Southern California	US	912	221
The University of Edinburgh	UK	70	72
Technical University Munich	DE	145	287
University of Melbourne	AU	131	89
University of Munich	DE	96	164
Utrecht University	NL	75	68
University of Heidelberg	DE	144	217
Pennsylvania State University - University Park	US	520	80
University of Zurich	CH	223	236
Carnegie Mellon University	US	473	78
Purdue University - West Lafayette	US	1229	195
King's College London	UK	120	99
University of Pittsburgh	US	708	146
McGill University	CA	297	95
Rutgers, The State University of New Jersey	US	735	136
University of Bristol	UK	71	46
The Ohio State University - Columbus	US	813	291
The Hebrew University of Jerusalem	IL	503	304
University of Oslo	NO	98	64
The Australian National University	AU	48	36
University of Helsinki	FI	20	14
Brown University	US	211	33
Ecole Normale Supérieure - Paris	FR	29	43
University of Geneva	CH	62	48
Boston University	US	372	81
Leiden University	NL	85	81
University of Florida	US	1227	259
Ghent University	BE	346	371
Aarhus University	DI	97	87
Osaka University	JP	632	375
The University of Queensland	AU	255	155
University of Utah	US	933	256
Rice University	US	409	83
University of Arizona	US	567	112
Arizona State University - Tempe	US	831	129
Technion-Israel Institute of Technology	IL	652	226
McMaster University	CA	168	48
Indiana University Bloomington	US	509	140
University of Basel	CH	48	56
Nagoya University	JP	287	40
University of Rochester	US	546	139
University of Groningen	NL	47	75
The University of Western Australia	AU	94	32
University of Sydney	AU	154	84
University of Nottingham	UK	97	86
Michigan State University	US	466	69
Texas A&M University - College Station	US	569	156
University of Bonn	DE	67	104
Case Western Reserve University	US	716	134
National Taiwan University	CN	1180	42
Tsinghua University	CN	2035	273
Peking University	CN	756	173
Zhejiang University	CN	203	55
Shanghai Jiao Tong University	CN	130	33
TOTAL		68172	20942

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

TABELA XV

Pedidos EP e US das universidades em estudo agrupadas por país/região.

	Nº de Universidades	Pedidos EP	Média Pedidos EP	Pedidos US	Média Pedidos US
AU	5	396	79,20	682	136,40
CA	4	452	113,00	1161	290,25
CN	5	576	115,20	4304	860,80
EP	29	4601	158,66	4439	153,07
IL	2	530	265,00	1155	577,50
JP	4	1687	421,75	3000	750,00
US	46	12100	263,04	53431	1161,54

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

TABELA XVI

TMCA (publicação 2010-2018) dos pedidos EP e US totais e universitário.

	2010		2018		TMCA 2010-2018	
	EPO	USPTO	EPO	USPTO	EPO	USPTO
Total pedidos	128667	373495	157812	430853	2,59%	1,80%
Top 95 Universidades	1796	6348	2761	8600	5,52%	3,87%

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

Anexo II- Tendências Tecnológicas do Patenteamento Universitário

TABELA XVII

Top 3 das universidades com mais pedidos EP e US nas 10 subclasses IPC com mais peso nesses pedidos.

IPC	Pedidos EP	Pedidos US
A61k	<i>The Johns Hopkins University</i>	<i>University of Pennsylvania</i>
	<i>University of Pennsylvania</i>	<i>University of yale</i>
	<i>The University of Texas at Austin</i>	<i>Duke University</i>
A61P	<i>The University of Texas at Austin</i>	<i>The Hebrew University of Jerusalem</i>
	<i>The Johns Hopkins University</i>	<i>University of Pittsburgh</i>
	<i>Kyoto University</i>	<i>University of yale</i>
C12N	<i>Kyoto University</i>	<i>University of Pennsylvania</i>
	<i>University of Pennsylvania</i>	<i>Kyoto University</i>
	<i>Univ. Harvard</i>	<i>University of Wisconsin - Madison</i>
G01N	<i>University of Washington</i>	<i>University of Oxford</i>
	<i>Univ. Harvard</i>	<i>Arizona State University - Tempe</i>
	<i>The Johns Hopkins University</i>	<i>Stanford University</i>
C07K	<i>University of Pennsylvania</i>	<i>University of Pennsylvania</i>
	<i>Stanford University</i>	<i>The University of Queensland</i>
	<i>Univ. Harvard</i>	<i>New York University</i>
C07D	<i>The Johns Hopkins University</i>	<i>Vanderbilt University</i>
	<i>The University of Texas at Austin/The University</i>	<i>Indiana University Bloomington</i>
	<i>University of Michigan - Ann Arbor</i>	<i>Univ. Harvard</i>
A61B	<i>The Johns Hopkins University</i>	<i>The Johns Hopkins University</i>
	<i>University of California, Berkeley, Los Angeles, S</i>	<i>Carnegie Mellon University</i>
	<i>University of Washington</i>	<i>Vanderbilt University</i>
C12Q	<i>The Ohio State University - Columbus</i>	<i>Cornell University</i>
	<i>Univ. Harvard</i>	<i>The Johns Hopkins University</i>
	<i>The Johns Hopkins University</i>	<i>The Ohio State University - Columbus</i>
	<i>Stanford University</i>	
H01L	<i>Princeton University</i>	<i>Tsinghua University</i>
	<i>University of Michigan - Ann Arbor</i>	<i>National Taiwan University</i>
	<i>University of Florida</i>	<i>Peking University</i>
C07C	<i>Massachusetts Institute of Technology (MIT)</i>	<i>Osaka University</i>
	<i>Nagoya University</i>	<i>California Institute of Technology</i>
	<i>Osaka University</i>	<i>Rutgers, The State University of New Jersey</i>
		<i>Kyoto University</i>

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

TABELA XVIII

Subclasses IPC com mais peso nos pedidos EP publicados entre 2010-2018 feitos pelas universidades em estudo.

Patentes EP	A61K	A61P	C12N	G01N	C07K	C07D	A61B	C12Q	H01L	C07C
Univ. Harvard	442	144	259	183	142	136	23	107	52	24
Stanford University	428	195	164	159	151	78	77	104	43	4
University of California, Berkeley, Los Angeles, San Diego, San Francisco, Santa Barbara, Irvine, Davis	473	172	203	132	140	84	145	67	23	28
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	294	82	234	81	76	140	84	48	41	164
University of Cambridge	105	67	40	83	26	57	18	18	39	2
California Institute of Technology	147	24	63	106	32	23	60	41	93	35
Princeton University	59	8	8	27	7	26	3	1	132	2
COLUMBIA university	371	106	95	88	64	96	41	77	25	26
University of Chicago	157	54	28	57	50	11	1	21	10	2
University of Oxford	219	88	55	142	61	30	48	29	56	30
University of Yale	260	95	75	46	60	51	21	29	26	10
Cornell University	295	101	100	82	128	59	24	61	22	7
University of Pennsylvania	633	191	346	66	243	40	37	35	18	33
University of Washington	358	88	159	192	113	103	89	48	19	60
The Johns Hopkins University	755	293	168	178	133	170	192	104	4	42
University College London	218	70	66	60	97	25	29	15	6	29
The University of Tokyo	288	226	170	135	109	63	51	65	90	68
Swiss Federal Institute of Technology Zurich	89	29	62	80	20	22	30	14	10	20
University of Wisconsin - Madison	147	123	117	63	36	14	37	23	4	53
University of Michigan - Ann Arbor	306	129	54	100	48	147	71	49	102	12
The Imperial College of Science, Technology and Medicine	102	40	36	61	68	20	69	24	11	18
University of Toronto	53	26	44	96	51	35	5	25	7	33
Kyoto University	314	242	390	163	78	74	48	67	31	69
University of Illinois at Urbana-Champaign	179	71	38	42	19	52	46	19	89	12
New York University	199	78	33	39	58	27	37	11	15	4
Northwestern University	125	49	21	24	9	39	45	12	37	22
University of Minnesota, Twin Cities	153	42	100	27	48	26	28	18	2	6
Washington University in St. Louis	18	3	3	9	4	1	10	0	0	0
Duke University	350	154	126	73	91	20	33	31	1	1
Rockefeller University	119	44	64	35	58	25	1	15	0	1
University of Colorado at Boulder	251	87	61	53	64	20	49	22	6	6
University of British Columbia	301	112	103	86	105	34	14	40	3	35
The University of Texas at Austin/The University of Texas Southwestern Medical Center at Dallas/Texas system	606	319	164	94	134	151	56	43	9	68
Pierre and Marie Curie University - Paris 6	152	66	86	53	54	18	49	25	24	11
University of Copenhagen	47	11	33	7	16	9	1	6	18	2
The University of Manchester	49	22	17	23	10	3	10	6	22	1
University of North Carolina at Chapel Hill	299	115	130	91	64	50	26	36	3	21
University of Maryland, College Park	315	82	58	121	70	33	52	19	0	11
University of Paris Sud (Paris 11)	195	70	25	58	42	28	23	25	24	25
Karolinska Institute	11	6	1	2	2	0	5	4	0	0
Vanderbilt University	149	63	22	34	16	84	44	13	0	2
University of Southern California	193	88	42	26	36	65	13	21	86	56
The University of Edinburgh	43	12	27	11	22	29	4	8	2	4
Technical University Munich	103	33	87	50	60	11	25	21	10	25
University of Melbourne	169	64	56	16	32	18	2	9	12	17
University of Munich	98	32	44	53	56	45	2	14	4	20
Utrecht University	49	10	9	14	29	0	40	3	0	4
University of Heidelberg	223	63	85	90	53	20	48	33	3	25
Pennsylvania State University - University Park	69	24	10	5	8	1	20	4	2	0
University of Zurich	172	85	57	51	84	8	28	9	9	4
Carnegie Mellon University	20	8	4	16	4	9	17	4	6	7
Purdue University - West Lafayette	157	47	18	100	37	80	19	13	11	25
King's College London	76	26	11	49	25	7	26	17	1	3
University of Pittsburgh	172	94	73	61	40	41	11	17	2	19
McGill University	125	61	34	39	31	44	32	17	12	23
Rutgers, The State University of New Jersey	190	44	17	24	14	38	13	17	3	27
University of Bristol	19	10	19	18	10	4	7	0	1	2
The Ohio State University - Columbus	240	74	104	45	19	48	20	108	10	3
The Hebrew University of Jerusalem	336	159	68	51	46	60	10	17	28	39
University of Oslo	32	11	10	15	12	13	11	25	0	3
The Australian National University	39	9	8	3	5	5	7	0	4	0
University of Helsinki	10	4	2	3	5	0	0	1	0	1
Brown University	25	6	3	6	2	3	7	4	4	1
Ecole Normale Supérieure - Paris	17	1	6	12	7	0	0	14	4	0
University of Geneva	63	12	4	18	5	3	2	2	0	0
Boston University	48	26	26	34	14	2	13	20	4	0
Leiden University	51	34	14	49	17	15	1	12	3	0
University of Florida	249	120	109	51	57	37	88	30	96	8
Ghent University	148	33	103	63	87	10	22	20	29	2
Aarhus University	52	16	32	6	20	2	12	13	6	6
Osaka University	285	239	249	125	113	36	61	36	90	74
The University of Queensland	161	105	97	36	92	44	17	15	1	6
University of Utah	249	66	37	80	20	47	71	46	19	10
Rice University	18	6	26	0	3	16	4	3	13	15
University of Arizona	85	30	23	38	14	18	8	11	16	11
Arizona State University - Tempe	48	22	23	68	14	40	18	23	13	4
Technion-Israel Institute of Technology	144	23	58	77	51	23	45	10	27	41
McMaster University	52	23	19	27	12	3	8	18	0	4
Indiana University Bloomington	239	69	43	30	38	48	23	10	3	6
University of Basel	33	15	8	20	7	30	5	2	4	0
Nagoya University	92	85	46	53	17	38	13	7	21	78
University of Rochester	207	63	52	47	36	28	38	24	5	5
University of Groningen	57	24	16	8	13	11	3	2	3	9
The University of Western Australia	53	25	27	5	19	0	11	10	0	0
University of Sydney	100	54	17	6	10	25	7	7	1	21
University of Nottingham	40	14	11	20	10	21	22	3	5	19
Michigan State University	31	6	19	9	8	16	2	1	11	12
Texas A&M University - College Station	152	57	62	30	34	9	4	21	3	18
University of Bonn	98	36	34	27	9	21	3	26	1	9
Case Western Reserve University	145	39	25	51	21	12	39	13	0	1
National Taiwan University	64	20	8	17	7	15	3	2	0	16
Tsinghua University	37	24	13	83	15	14	21	17	23	2
Peking University	61	50	45	13	18	29	2	14	16	7
Zhejiang University	22	16	13	3	10	10	0	1	4	9
Shanghai Jiao Tong University	47	12	14	0	9	24	1	2	2	2
Total	15739	6316	6088	5103	4234	3320	2661	2214	1750	1712

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

TABELA XIX

Subclasses IPC com mais peso nos pedidos US publicados entre 2010-2018 feitos pelas universidades em estudo.

Patentes US	A61K	C12N	A61P	G01N	C07K	C07D	A61B	H01L	C12Q	C07C
Univ. Harvard	446	198	99	180	109	194	33	27	99	47
Stanford University	360	170	79	191	150	85	145	74	91	26
University of California, Berkeley, Los Angeles, San Diego, San Francisco, Santa Barbara, Irvine, Davis	435	178	72	102	119	109	142	56	61	47
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	300	149	33	72	56	31	78	93	41	27
University of Cambridge	157	68	95	117	34	53	32	153	33	5
California Institute of Technology	163	125	20	144	46	30	74	88	62	104
Princeton University	381	65	37	123	39	69	19	181	28	66
COLUMBIA university	557	121	102	112	73	139	127	35	65	38
University of Chicago	384	66	75	114	97	36	16	78	60	43
University of Oxford	594	195	195	231	194	89	96	86	73	86
University of Yale	961	220	221	140	183	136	73	32	98	37
Cornell University	452	185	100	110	101	78	51	71	123	20
University of Pennsylvania	996	375	209	128	339	76	84	20	75	58
University of Washington	477	189	94	167	115	95	162	6	72	19
The Johns Hopkins University	681	120	196	145	100	133	274	20	117	36
University College London	483	141	76	76	168	47	32	11	38	51
The University of Tokyo	195	119	36	87	82	89	28	84	55	30
Swiss Federal Institute of Technology Zurich	143	53	22	71	17	30	26	15	14	18
University of Wisconsin - Madison	416	235	117	84	119	64	68	34	46	72
University of Michigan - Ann Arbor	544	70	175	87	79	173	104	120	38	34
The Imperial College of Science, Technology and Medicine	218	70	83	99	99	28	125	17	34	20
University of Toronto	125	73	78	166	65	53	25	35	33	38
Kyoto University	211	269	36	86	89	115	21	37	48	94
University of Illinois at Urbana-Champaign	482	87	97	91	115	103	60	222	39	26
New York University	653	102	159	154	198	94	128	13	51	17
Northwestern University	438	92	61	59	66	167	71	71	49	66
University of Minnesota, Twin Cities	453	206	54	61	96	79	104	36	26	19
Washington University in St. Louis	91	8	17	36	12	1	99	2	7	0
Duke University	865	199	206	151	171	127	106	0	80	41
Rockefeller University	439	203	100	95	174	54	8	0	67	6
University of Colorado at Boulder	646	149	138	80	197	51	118	10	58	38
University of British Columbia	653	203	155	133	119	113	59	10	65	86
The University of Texas at Austin/The University of Texas Southwestern Medical Center at Dallas/Texas system	608	121	130	72	91	188	116	44	34	75
Pierre and Marie Curie University - Paris 6	229	102	38	62	95	29	46	10	36	0
University of Copenhagen	63	48	24	11	29	7	2	12	7	2
The University of Manchester	103	23	26	25	27	6	13	52	9	6
University of North Carolina at Chapel Hill	653	234	161	166	106	130	57	18	97	71
University of Maryland, College Park	642	159	123	183	154	78	78	4	68	19
University of Paris Sud (Paris 11)	287	76	65	77	72	39	13	24	36	20
Karolinska Institute	16	3	5	6	4	0	11	0	5	0
Vanderbilt University	686	57	197	135	80	383	178	5	43	23
University of Southern California	445	108	128	109	101	83	73	73	68	50
The University of Edinburgh	93	57	110	16	24	38	10	12	11	1
Technical University Munich	85	44	16	50	76	5	35	4	5	12
University of Melbourne	194	36	61	29	77	65	1	10	5	31
University of Munich	75	27	20	59	25	59	3	0	10	20
Utrecht University	94	18	26	13	53	0	40	0	11	2
University of Heidelberg	216	49	39	88	66	33	26	0	30	6
Pennsylvania State University - University Park	509	115	44	69	71	30	72	32	95	58
University of Zurich	286	110	96	58	165	6	31	6	9	15
Carnegie Mellon University	121	46	20	78	38	25	185	47	19	13
Purdue University - West Lafayette	241	59	32	101	56	127	72	60	27	83
King's College London	158	28	22	65	45	29	50	1	27	9
University of Pittsburgh	814	185	235	115	164	173	163	10	54	56
McGill University	252	56	90	73	62	85	33	76	45	39
Rutgers, The State University of New Jersey	786	181	174	93	95	115	34	15	50	104
University of Bristol	44	28	43	24	28	8	18	4	7	1
The Ohio State University - Columbus	467	194	72	79	97	55	88	48	104	18
The Hebrew University of Jerusalem	733	134	287	43	151	61	22	38	27	86
University of Oslo	57	17	7	33	29	33	21	0	33	15
The Australian National University	38	10	10	3	5	6	18	30	4	0
University of Helsinki	15	7	11	7	8	3	0	0	2	4
Brown University	189	33	44	60	28	20	40	24	24	6
Ecole Normale Supérieure - Paris	18	5	0	20	3	0	0	2	9	0
University of Geneva	88	31	39	23	22	16	10	1	9	5
Boston University	446	98	162	137	112	81	64	57	83	40
Leiden University	119	26	26	50	43	13	1	1	23	5
University of Florida	412	122	115	93	47	70	121	114	42	47
Ghent University	272	196	74	78	150	27	38	55	24	26
Aarhus University	124	59	40	30	24	4	22	5	23	19
Osaka University	240	137	56	127	100	103	71	101	37	108
The University of Queensland	328	152	155	67	208	74	35	0	33	10
University of Utah	380	82	98	101	82	140	141	16	60	30
Rice University	140	136	25	56	29	32	17	37	23	45
University of Arizona	286	116	50	141	79	78	83	94	57	7
Arizona State University - Tempe	201	97	36	206	60	138	82	78	56	43
Technion-Israel Institute of Technology	350	151	113	151	94	44	78	31	45	32
McMaster University	159	23	7	64	14	3	6	20	46	5
Indiana University Bloomington	665	119	148	132	181	233	96	11	63	57
University of Basel	41	9	21	19	8	34	6	0	5	1
Nagoya University	137	96	33	69	33	62	42	57	24	81
University of Rochester	736	180	151	146	137	91	175	16	71	40
University of Groningen	63	10	12	7	9	7	6	7	7	17
The University of Western Australia	76	90	13	18	15	1	10	0	12	7
University of Sydney	163	30	71	25	26	20	28	0	9	23
University of Nottingham	88	25	29	23	12	52	26	4	9	9
Michigan State University	143	218	47	61	70	76	57	31	22	57
Texas A&M University - College Station	587	142	83	61	109	52	44	10	28	32
University of Bonn	84	57	50	30	21	16	3	0	26	7
Case Western Reserve University	573	118	127	132	71	38	173	16	54	21
National Taiwan University	125	31	47	64	17	49	44	297	18	28
Tsinghua University	25	14	4	60	12	0	13	311	8	2
Peking University	56	17	6	24	4	43	21	278	9	18
Zhejiang University	42	25	6	22	14	32	16	12	5	31
Shanghai Jiao Tong University	67	11	10	5	6	12	3	11	8	4
Total	30679	9691	7447	7936	7555		5609	4069	3796	3013

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

TABELA XX

Top 10 dos campos tecnológicos e respetivos sectores dos pedidos EP totais (2010-2018).

Período 2010-2018	
Top 10 Sectores: campo tecnológico	Pedidos EP totais
Instrumentos: tecnologia médica	106124
Eng. Elétrica: comunicação digital	92116
Eng. Elétrica: tecnologia de computadores	88525
Eng. Elétrica: máquinas elétricas, aparelhos e energia	88149
Eng. Mecânica: transportes	69425
Instrumentos: medições	65675
Química: química orgânica fina	59030
Química: farmacêutico	56116
Química: biotecnologia	54111
Eng. Mecânica: motores, bombas, turbinas	49571

Fonte: Elaboração da autora com base em dados do EPO.

TABELA XXI

Campos tecnológicos e respetivos sectores dos pedidos EP universitários publicados entre 2010-2018 e respetivas TMCA.

Pedidos EP Universitários		2010	2018	Log pat 2018	TMCA
Electrical engineering	Electrical machinery, apparatus, energy	122	399	2,60	15,96%
	Audio-visual technology	112	96	1,98	-1,91%
	Telecommunications	41	79	1,90	8,54%
	Digital communication	22	35	1,54	5,98%
	Basic communication processes	9	38	1,58	19,73%
	Computer technology	161	273	2,44	6,82%
	IT methods for management	8	10	1,00	2,83%
	Semiconductors	294	241	2,38	-2,45%
	Instruments	133	188	2,27	4,42%
	Measurement	749	1080	3,03	4,68%
Chemistry	Analysis of biological materials				
	Control	6	39	1,59	26,36%
	Medical technology	435	1073	3,03	11,95%
	Organic fine chemistry	583	1021	3,01	7,26%
	Biotechnology	1324	2348	3,37	7,42%
	Pharmaceuticals	2312	3263	3,51	4,40%
	Macromolecular chemistry, polymers	186	289	2,46	5,66%
	Food chemistry	42	80	1,90	8,39%
	Basic materials chemistry	175	221	2,34	2,96%
	Materials, metallurgy	111	217	2,34	8,74%
Mechanical engineering	Surface technology, coating	97	133	2,12	4,02%
	Micro-structural and nano-technology	54	102	2,01	8,27%
	Chemical engineering	216	362	2,56	6,67%
	Environmental technology	28	55	1,74	8,81%
	Handling	7	39	1,59	23,95%
	Machine tools	15	68	1,83	20,80%
	Engines, pumps, turbines	45	55	1,74	2,54%
	Textile and paper machines	44	38	1,58	-1,82%
	Other special machines	89	199	2,30	10,58%
	Thermal processes and apparatus	10	39	1,59	18,54%
Other fields	Mechanical elements	22	28	1,45	3,06%
	Transport	39	71	1,85	7,78%
	Furniture, games	13	11	1,04	-2,07%
	Other consumer goods	9	28	1,45	15,24%
	Civil engineering	9	17	1,23	8,27%

Fonte: Elaboração da autora com base em dados da EPODOC.

TABELA XXII

Campos tecnológicos e respetivos sectores dos pedidos EP Totais pedidos entre 2010-2018 e respetivas TMCA.

Patentes EP Total		2010	2018	Log pat 2018	TMCA
Electrical engineering	Electrical machinery, apparatus, energy	8 530	10 722	4,03	2,90%
	Audio-visual technology	5 237	4 171	3,62	-2,80%
	Telecommunications	4 628	3 819	3,58	-2,37%
	Digital communication	8 410	11 940	4,08	4,48%
	Basic communication processes	1 172	932	2,97	-2,82%
	Computer technology	8 649	11 718	4,07	3,87%
	IT methods for management	1 296	2 378	3,38	7,88%
	Semiconductors	3 749	2 932	3,47	-3,03%
	Instruments	3 583	4 057	3,61	1,57%
	Measurement	6 717	8 744	3,94	3,35%
Chemistry	Analysis of biological materials	1 565	1 428	3,15	-1,14%
	Control	2 218	3 171	3,50	4,57%
	Medical technology	11 136	13 795	4,14	2,71%
	Organic fine chemistry	7 670	6 233	3,79	-2,56%
	Biotechnology	7 723	6 742	3,83	-1,68%
	Pharmaceuticals	6 910	7 441	3,87	0,93%
	Macromolecular chemistry, polymers	3 598	3 953	3,60	1,18%
	Food chemistry	1 624	1 735	3,24	0,83%
	Basic materials chemistry	4 644	4 797	3,68	0,41%
	Materials, metallurgy	2 686	3 464	3,54	3,23%
Mechanical engineering	Surface technology, coating	2 172	2 706	3,43	2,79%
	Micro-structural and nano-technology	204	161	2,21	-2,92%
	Chemical engineering	3 650	4 168	3,62	1,67%
	Environmental technology	1 856	1 870	3,27	0,09%
	Handling	3 698	4 747	3,68	3,17%
	Machine tools	3 415	3 600	3,56	0,66%
	Engines, pumps, turbines	4 555	5 433	3,74	2,23%
	Textile and paper machines	2 409	2 701	3,43	1,44%
	Other special machines	4 329	6 379	3,80	4,97%
	Thermal processes and apparatus	2 481	2 673	3,43	0,94%
Other fields	Mechanical elements	3 647	4 356	3,64	2,25%
	Transport	6 364	9 039	3,96	4,48%
	Furniture, games	2 845	3 119	3,49	1,16%
	Other consumer goods	2 947	4 142	3,62	4,35%
	Civil engineering	4 380	4 692	3,67	0,86%

Fonte: Elaboração da autora com base em dados do EPO.